ÜBER DAS VORKOMMEN

MIKROSKOPISCHER ZIRKONE UND TITAN-MINERALIEN

IN DEN GESTEINEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

KÖNIGLICHEN JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

BEHUFS

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT VON

HANS THÜRACH

AUS IPSHEIM (BAYERN).

MIT 1 LITHOGRAPH. TAFEL.

WÜRZBURG

DRUCK & VERLAG DER STAHEL'SCHEN UNIVERS.-BUCH- & KUNSTHANDLUNG.

1884.

ACAD.
Digitized by the Internet Archive
in 2026
https://archive.org/details/IA41549818_0467

Zur mikropetrographischen Untersuchung der Gesteine auf die sie zusammensetzenden Mineralien hat man sich seit mehreren Jahren gewöhnlich der Betrachtung der Dünnschliffe bedient. Wollte man die im Dünnschliff festgestellten Mineralien behufs chemischer Prüfung weiter isoliren, so behandelte man das Pulver des Gesteins mit der Thoulet'schen oder einer anderen specifisch schweren Salzlösung. Hiezu verwendete man aber selten etwas anderes, als die frischen krystallinischen Gesteine. Auf Anrathen des Herrn Prof. *Sandberger* habe ich indessen bei der Untersuchung der Gesteine des Spessarts auch die zersetzten Gesteine mit in den Kreis meiner Arbeiten gezogen, um durch Schlämmen des natürlichen Pulvers die einzelnen Mineralien zu trennen und zu isoliren. Dabei habe ich dann gewöhnlich nicht blos alle Mineralien des frischen Gesteins wieder gefunden, sondern auch mehrere, welche erst bei der Verwitterung entstehen. Das überraschend verbreitete Vorkommen einiger solcher neu gebildeter Mineralien hat die vorliegende, im mineralogischen Laboratorium der Universität Würzburg ausgeführte Arbeit veranlasst.

Bei Aufsuchung einer geeigneten Schlämmmethode habe ich von Anfang an von der Anwendung einer besonderen Flüssigkeit abgesehen, da mir diese nicht erforderlich schien. Dagegen habe ich versucht, die Schlämmmethode mit Wasser, mittelst welcher *Daubrée* [1]) bereits vor 31 Jahren mikroskopischen Zirkon aus dem

---

[1]) Bulletin de la soc. géol. de France II sér. T. VIII p. 346 suiv.

Granitschutt isolirt hatte, zu modificiren und zu vereinfachen. Es gelang mir nach längerem Bemühen, folgendes Verfahren ausfindig zu machen. Man bringt das gesiebte Pulver in eine gewöhnliche Porzellanschale mittlerer Grösse und schlämmt zuerst die feinsten, im Wasser schwebend bleibenden, thonigen Theilchen ab. Zu dem meist sandigen Rückstand setzt man dann die doppelte Menge Wasser und bringt ihn darin durch Schwenken der Schale auf kurze Zeit in schwebende Bewegung. Dabei senken sich die specifisch schwereren Theilchen nach unten. Man neigt nun die Schale nach der einen Seite, verlangsamt die Bewegung, giesst das Wasser ab und zieht die oberste Sandschichte mit der Hand aus der Schale. Den Rückstand behandelt man noch mehrmals in gleicher Weise, bis zuletzt nur ein ganz geringer Rückstand bleibt, der schon durch sein Aussehen die bedeutende Anreicherung an den gesuchten selteneren Mineralien erkennen lässt. Wiederholt man das Verfahren mit dem abgezogenen Sande noch ein paar Mal, so kann man fast die ganze Menge der vorhandenen specifisch schwereren Mineralien isoliren. Diesen Rückstand wäscht man dann mit destillirtem Wasser und bringt ihn mit einer kleinen Menge desselben nochmals in Bewegung; dabei trennen sich die schwereren Theilchen fast völlig von den noch vorhandenen leichteren und können nach dem Trocknen mit der Feder von diesen weggenommen werden. So habe ich oft grosse Mengen Schutt in wenigen Minuten geschlämmt. Die Schlämmrückstände untersuchte ich dann theils unter Wasser, grösstentheils aber rührte ich sie in Canadabalsam ein, um die untersuchten Präparate dauernd aufbewahren zu können. Aber nicht bloss den Schutt zersetzter Gesteine habe ich auf diese Weise untersucht, sondern auch viele feste Sedimentärgesteine und frische krystallinische Gesteine. Dieselben wurden zerdrückt, die gröberen Theilchen mittelst Haarsieb von dem feinen Pulver abgesiebt und dieses in der geschilderten Weise geschlämmt. Mergel, Kalksteine und Dolomite behandelte ich erst mit Salzsäure und schlämmte hierauf den unlöslichen Rückstand.

Mittelst dieser Methode fand ich den Zirkon zuerst in reichlicher Menge in den zersetzten Glimmerdioriten des Spessarts und Odenwalds und zwar frei von Rutil, so dass mir auch seine Bestimmung auf chemischem Wege gelang. Hierauf fand ich ihn in einer grossen Anzahl von Schuttproben, welche mir

Herr Prof. *Sandberger* zur Untersuchung übergab[1]) und später in Begleitung von Rutil, Granat und Turmalin in den alluvialen und pleistocänen Sanden des Maines und in vielen Sandsteinen Frankens und anderer Gegenden. Herr Prof. *Sandberger* hat diese Resultate bereits in dieser Zeitschrift 1883, Sitzungsberichte S. 105 ff., sowie in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1883 S. 193 geschildert.

Bei diesen Untersuchungen beobachtete ich schon öfters, aber immer nur in einzelnen Exemplaren die kleinen quadratischen Tafeln, welche ich nach Auffindung der grossen und schönen Krystalle in zersetztem Staurolith-Gneiss von Glattbach bei Aschaffenburg sicher als Anatas bestimmen konnte. Die Entdeckung dieses Minerals an mehreren Orten machte es mir wahrscheinlich, dass es, wie ich denn auch wirklich fand, eine sehr grosse Verbreitung besitze. Um diese, sowie die des Zirkons, des Rutils, des später aufgefundenen Brookits und mehrerer anderer Mineralien weiter zu verfolgen, untersuchte ich eine grosse Menge von Sedimentärgesteinen, zersetzte und frische krystallinische Gesteine, im Ganzen über 600 verschiedene Proben. Dieses Material sammelte ich theils selbst, theils erhielt ich es von meinem Freunde *G. Maillard*, z. Z. Assistent am mineralogisch-geologischen Institut des Polytechnikums zu Zürich; den grössten Theil aber verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. *Sandberger*, der mich bei diesen Untersuchungen auch sonst häufig unterstützte und die Richtigkeit meiner Bestimmungen in vielen Fällen bestätigte. Ich sage ihm hiefür öffentlich meinen besten Dank.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich der Hauptsache nach mit dem Vorkommen des Zirkons, Rutils und besonders des Anatases, Brookits und Pseudobrookits. Ausser diesen fünf Mineralien habe ich jedoch auch betreffs der Verbreitung des Turmalins, Granats, Stauroliths, Glaukophans, Picotits, Magneteisens, Apatits, Zinnsteins, Axinits und Spinells viele Beobachtungen gemacht und deshalb auch diesen Mineralien eine kurze Betrachtung gewidmet.

---

[1]) Die meisten waren von ihm selbst, andere von den Herren Apotheker *Schmidt* in Wunsiedel, Landesgeologen Dr. *Schalch* in Leipzig, Geh. Hofrath *Schmid* in Jena und anderen seiner Freunde gesammelt worden.

Zur besseren Uebersicht habe ich die Abhandlung in zwei Theile getrennt, von denen der erste die Beschreibung und Bildungsgeschichte der genannten Mineralien, sowie ihre Verbreitung im Allgemeinen gibt, während der zweite Theil eine kurze Beschreibung der einzelnen Vorkommnisse des Anatases und Brookits auf primärer und secundärer Lagerstätte enthält.

I. Theil.

Beschreibung der Mineralien.

1. Zirkon und Rutil.

Das Vorkommen des Zirkons und Rutils in mikroskopischer Form hat, weil die beiden Mineralien lange Zeit mit einander verwechselt wurden, eine grosse Zahl von Untersuchungen hervorgerufen. Aber trotz der so sicheren Charakteristik, welche von *Sauer*[1]), *Rosenbusch*[2]), *Cossa*[3]) und Anderen gegeben wurde, sind selbst in der letzten Zeit noch Abhandlungen erschienen, in denen Zirkon und Rutil unrichtig oder unsicher bestimmt und beschrieben wurden. Ich habe deshalb, um die Verschiedenheiten der beiden Mineralien klarer darstellen zu können, denselben eine gemeinsame Betrachtung gewidmet.

Krystallform. Der mikroskopische Zirkon erscheint theils in rundlichen Körnern, theils in abgerundeten, oder allseitig scharf ausgebildeten Krystallen des quadratischen Systems. Diese Krystalle werden fast ausschliesslich von den Flächen $\infty P\infty$, ∞P, P und 3P3 gebildet und zwar findet man alle Combinationen, welche zwischen diesen vier Krystallformen möglich sind. Meist sind die Prismen vorherrschend entwickelt, selten die Pyramiden; aber sehr selten fehlen die Prismen gänzlich. Doch habe ich in einigen Fällen die Doppelpyramide mit untergeordneter Grundpyramide ohne Prismen gefunden, aber

---

[1]) *Sauer*, Rutil als mikroskopischer Gesteinsgemengtheil. N. Jahrbuch für Min. 1879 S. 569. 1881. I S. 227.

[2]) *Rosenbusch*, Sulla presenza dello Zircone nelle roccie; Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XVI.

[3]) *Cossa*, Rutil im Gastaldit-Eklogit. N. Jahrb. f. Min. 1880. I. S. 162.

nur an einigen Krystallen aus dem Phonolithtuff von Schackau in der Rhön die Grundpyramide allein. — Gewöhnlich kommen die verschiedenen Formen des Zirkons, wie sie z. Thl. in den Figuren 1—5 der beiliegenden Tafel wiedergegeben sind, in einem und demselben Gesteine gleichzeitig vor, doch lassen einzelne Gesteine gewisse Formen häufiger oder allein erkennen; so ist z. B. die Form Fig. 1 (∞P. ∞P∞ .P.3P3) charakteristisch für viele Spessarter und Odenwälder Gesteine; die Form Fig. 2 (∞P∞ . ∞P.3P3) ist besonders häufig in den Graniten von Nabburg in der Oberpfalz, von Wörth bei Regensburg und vom Hauptgranitzug des Fichtelgebirges; die Form Fig. 3 (∞P∞ .P mit untergeordnetem oder fehlendem ∞P und 3P3) ist bezeichnend für einzelne Gneissschichten des Spessarts; Fig. 5 (∞P.P mit untergeordnetem 3P3) zeigt die im Granit vom Striegau vorkommende Form. Kurze dicke Säulen der Combination ∞P.P sind besonders in den Eruptivgesteinen sehr verbreitet, aber auch selten ausschliesslich vorhanden. In neuerer Zeit wurde von *G. A. König* [1]) am Zirkon von Colorado und von *Michel-Lévy* [2]) am Zirkon von Autun die Fläche 0P mit Sicherheit nachgewiesen und auch *Harada* [3]) und *Kollbeck* [4]) glauben sie am mikroskopischen Zirkon gesehen zu haben. Ich habe eine scheinbare Abstumpfung der Pyramide sehr oft beobachtet, glaube aber, dass es in den meisten Fällen nur eine Kante war, welche durch das Vorwiegen zweier gegenüberstehender Pyramidenflächen gebildet wird. Dagegen habe ich an den Zirkonen aus dem Syenit vom Erbstollen bei Dresden diese Abstumpfung an fast allen Krystallen, auch im Innern derselben an der zonalen Streifung wahrgenommen und an einzelnen konnte ich auch deutlich die Fläche 0P erkennen. *Kollbeck* will auch steilere Pyramiden, 2P und 3P, beobachtet haben. Ich habe an den kurzen Formen ∞P.P der Eruptivgesteine öfters eine Abrundung der Combinationskanten von ∞P und P gesehen, aber deutliche Flächen nicht. Die Deuteropyramide, die *v. Chrustschoff* [5]) angibt, habe ich nie gesehen.

---

[1]) *G. A. König*, Zeitschr. f. Krystallographie 1877. I. S. 432.

[2]) *Michel-Lévy*, Bull. de la Soc. mineral. de France 1878. p. 39.

[3]) *Harada*. N. Jahrb. f. Min. 1882. II. Beilagebd. S. 29.

[4]) *Kollbeck*, Porphyrgesteine des südöstlichen China. Inaug.-Dissertation. Berlin 1883. S. 7 und 8.

[5]) *v. Chrustschoff*, Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1884. S. 173.

Vom Rutil lassen sich zwei Varietäten unterscheiden: eine, welche bei der Erstarrung der krystallinischen Gesteine gebildet wurde und runde oder länglich runde Körner, abgerundete und scharfe Krystalle von ziemlicher Dicke und nicht sehr grosser Länge zeigt, und eine zweite, welche meist erst nachträglich und zwar in vielen Fällen bei der Zersetzung des Glimmers gebildet wurde und meist lange, dünne, oft vielfach verzwillingte Nadeln zeigt. Diese letztere ist auch in den Thonschiefern und Phylliten ausserordentlich verbreitet. Die Rutilkrystalle der ersten Art zeigen meist vorwaltend die Prismen $\infty P\infty$ und ∞P, meist beide zugleich, und als Endigung die Pyramide P, deren Combinationskanten und Ecken mit den Prismen oft sehr stark abgerundet sind. Niemals habe ich die Doppelpyramide deutlich beobachtet, die von vielen Forschern auch vom Rutil angegeben wird und am Zirkon so gewöhnlich ist. Die Rutilkrystalle der zweiten Art zeigen meist lange, stark gestreifte Prismen, an denen eine Endigung durch die Pyramide gewöhnlich nicht mehr deutlich zu sehen ist.

Zwillingsbildung. Vor 2 Jahren wurden von *L. Fletcher*[1]) von Renfrew in Canada ächte, grosse Zirkonzwillinge beschrieben. *Nessig*[2]) und *Kollbeck*[3]) haben hierauf auch wieder solche Zwillinge am mikroskopischen Zirkon zu sehen geglaubt, doch muss ich gestehen, dass die Abbildung, welche *Nessig* von diesen Zwillingen gibt, sehr für Rutil spricht. Ich habe eine Zwillingsbildung parallel $P\infty$ auch nicht an einem einzigen der vielen Tausende von mir untersuchter Zirkone entdecken können. Nur einmal habe ich an Zirkon aus dem Granit von Striegau eine Einlagerung farbloser Substanz gesehen, welche stark vertical gestreift und nach Art des Rutils unter einem Winkel von 125° verzwillingt war, wie das Fig. 7 zeigt. Ob dies aber eine Einlagerung anders orientirter Zirkonsubstanz oder etwas anderes war, konnte ich nicht entscheiden.

Am Rutil dagegen ist Zwillingsbildung eine ganz gewöhnliche Erscheinung, sowohl parallel $P\infty$ als parallel $3P\infty$. Noch

---

[1]) *L. Fletcher* Proceedings of the crystallological society 1882. p. 97 f. Zeitschrift für Krystallographie 1882. VI., S. 80 und 208.

[2]) *Nessig*, die jüngeren Eruptivgesteine Elba's. Berlin, Inaug.-Dissert. 1883. S. 109 und 118.

[3]) *Kollbeck*. Inaug.-Diss. S. 8.

häufiger aber ist eine Streifung, welche stets P∞, niemals 3P∞ parallel läuft und an der äusseren Form der Krystalle nicht zum Ausdruck kommt. Erscheinungen, wie sie *Hussak*[1]) abbildet, sind jedenfalls sehr selten. Die Zwillingsstreifung ist häufig so fein, dass man nur eine Linie sieht, sehr oft aber ist ein deutliches Band zu beobachten, welches im polarisirten Lichte noch viel besser sichtbar wird. Diese Zwillingsstreifung wurde schon von vielen Mikroskopikern beobachtet und vor Kurzem von *v. Lasaulx*[2]) ausführlich beschrieben. In welch' complicirter Weise sie verbunden mit Zwillingsbildung nach 3P∞ selbst an einem Krystall auftreten kann, zeigt Fig. 10 an einem Rutil aus dem Buntsandstein von Höfel bei Löwenberg in Schlesien. Die gleichartig orientirten Theile sind dabei dunkel schraffirt, die übrigen hell gelassen. — Diese Zwillingsstreifung fehlt dem Zirkon gänzlich.

Streifung. Die Zirkonkrystalle zeigen dagegen gewöhnlich parallel ihrer äusseren Umrandung im Innern eine zonale Streifung, welche bald nur sehr fein angedeutet, bald ausserordentlich stark entwickelt ist, so dass die Krystalle trübe und undurchsichtig erscheinen. Sie ist häufig gleichmässig durch den ganzen Krystall verbreitet, nicht selten werden einzelne Schichten, besonders häufig ein kleiner Kern in der Mitte, scharf abgegrenzt, so dass man glaubt, es seien mehrere Zirkone in einander gesteckt. In den allermeisten Fällen läuft diese Streifung parallel der äusseren Umrandung; bei runden Körnern ist sie rund, bei scharfen Krystallen scharf und deutlich den äusseren Flächen parallel. So habe ich z. B. an den Krystallen aus dem Syenite vom Erbstollen bei Dresden die untergeordnet auftretenden Flächen 0P und 3P3 deutlich und scharf auch an der zonalen Streifung wahrgenommen. In einzelnen Fällen dagegen zeigen sich auch Abweichungen. So sind die Krystalle des eben genannten Vorkommens, wenn die zonale Streifung dem allmählichen Wachsen der Krystalle entspricht, ursprünglich breit und kurz gewesen und von einem gewissen Punkte an nur in der Richtung der Hauptaxe in die Länge gewachsen. An den seltenen Zirkonen eines zersetzten granitartigen Gesteins aus China beobachtete ich

1) *Hussak.* Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1878 S. 277.

2) *v. Lasaulx.* Ueber Mikrostructur, optisches Verhalten und Umwandlung des Rutils. Zeitschr. f. Krystallographie 1884. VIII. S. 73.

die in Fig. 6 abgebildete Erscheinung, dass nämlich der Kern die Form $\infty P\infty . 3P3$ zeigte, die äusseren kolbig verdickten Enden dagegen nur die Pyramide P. Diese zonale Streifung, welche ich auch an den grossen Hyacinthen von Ceylon beobachtet habe, fehlt selten gänzlich, meist aber zeigt sie nur ein Theil der Krystalle, während sie an den anderen desselben Gesteins fehlt.

Am Rutil habe ich diese zonale Streifung nicht gesehen. Für diesen ist charakteristisch die Zwillingsstreifung und eine, bei den geschilderten Rutilen der ersten Art freilich meist fehlende, aber bei den langen dünnen Nadeln der zweiten Art gewöhnlich vorhandene verticale Streifung, welche theils oscillatorischer Combination der Prismen, theils der Spaltbarkeit entspricht und dem Zirkon fehlt. *Klemm*[1]) beschreibt eine schiefe Streifung am Zirkon, welche auf die Prismenflächen beschränkt ist, und führt sie auf oscillatorische Combination von Prisma und Pyramide zurück. Ich habe diese nur einmal beobachtet.

Farbe. Die natürliche Färbung unterscheidet die beiden Mineralien fast immer sofort. Der mikroskopische Zirkon ist, so wie er unzersetzt in frischen krystallinischen Gesteinen vorkommt, fast immer farblos, nur sehr selten schwach gelblich gefärbt, öfters aber erscheint er etwas grau. Wenn er dagegen stark gefärbt ist, hat er bereits wesentliche Veränderungen erfahren. Der Rutil ist dagegen nur in seltenen Fällen farblos, nämlich da, wo er in ganz dünnen Nadeln und Blättchen vorkommt, wie z. B. im Phlogopit von Ontario in Canada, von wo ihn Herr Prof. *Sandberger*[2]) beschrieb. Sonst ist er immer gelb, gelbbraun und rothbraun bis schwarzbraun gefärbt. Sehr selten sind blaugraue Färbungen, wie z. B. am Rutil auf Klüften des eben genannten Glimmers.

Optische Eigenschaften. Die beiden Mineralien sind stark lichtbrechend, meist klar und durchsichtig und zeigen starken Diamantglanz; stark gefärbte Rutile zeigen auch metallartigen Diamantglanz. Da der Zirkon farblos ist, zeigt er keinen Pleochroismus, der Rutil dagegen zeigt ihn trotz seiner starken Färbung nur schwach. — Das Polarisationsverhalten ist geeignet, den Zirkon und Rutil leicht und sicher zu unterscheiden. Ge-

[1]) *Klemm.* Ueber psammitische Gesteine, Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft 1882. S. 777.

[2]) *Sandberger.* N. Jahrb. für Min. 1882. II. S. 192.

meinschaftlich ist den beiden Mineralien, dass sie bei gekreuzten Nicols parallel der Hauptaxe auslöschen; sobald die Krystalle aber schief liegen, zeigt der Zirkon die brillantesten, meist intensiv rothen und grünen, seltener gelben und blauen Interferenzfarben, der Rutil dagegen leuchtet zwar auch stark, aber nur in Farben, welche wenig von seiner eigenen Färbung abweichen, besonders in gelbbraun oder düster grünlichgelb und rothbraun. Dieses so sehr verschiedene Farbenzerstreuungsvermögen ist bis jetzt gar nicht näher hervorgehoben worden, man findet immer nur die Angabe, dass das betreffende Mineral mit lebhaften oder stark leuchtenden Farben polarisirte, hat dabei aber bald den Zirkon, bald den Rutil gemeint. Im Schliff mögen diese Erscheinungen durch die überdeckenden Mineralien allerdings auch oft alterirt werden.

Einschlüsse. Der Zirkon zeigt an den meisten Orten seines Vorkommens, allerdings oft nur in wenigen Individuen, verschiedenartige Einschlüsse, welche bis jetzt nur von wenigen Forschern näher beschrieben wurden. Sie wurden beobachtet von *Velain*[1]) in den Zirkonen des Granits der Seychellen, von *v. Ungern-Sternberg*[2]) im Zirkon des Rapakiwi-Granits, von *Kollbeck*[3]) in den südchinesischen Quarzporphyren und von *v. Chrustschoff*[4]) in den Zirkonen des Granitporphyrs von Beucha. Auch Hr. *v. Foullon*[5]) hat sie in dem sehr genau beschriebenen Zirkon eines Quarzporphyrs von *Recoaro* gefunden.

Am verbreitetsten sind lange, dünne, stabförmige Gebilde (vergl. Fig. 5 und 8), welche selten 0,01 mm dick, aber oft über 0 1 mm lang werden. Sie zeigen meist abgerundete, oft auch gerade abgestumpfte oder pyramidal zugespitzte Enden und erinnern sehr an Apatit, wofür sie auch die Genannten gehalten haben. Um einen sichern Beweis dafür zu erhalten, habe ich grössere Mengen durch Schlämmen isolirter und mit Säuren gereinigter Zirkone aus dem Glimmerdiorit von Oberbessenbach im Spessart, aus dem Granit von Striegau und aus dem Main-

---

1) *Ch. Velain.* Bull. soc. géol. de France III. sér. VII. p. 278.

2) *v. Ungern-Sternberg.* Untersuchungen über den finnländischen Rapakiwi-Granit. Inaug.-Diss. Leipzig 1882, S 29.

3) *Kollbeck.* Inaug.-Diss. S. 8.

4) *v. Chrustschoff* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1882. VI. S. 175.

5) *v. Foullon,* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1880. II. S. 454.

sande von Würzburg, welche die Stäbchen meist reichlich erkennen liessen, fein pulverisirt, und mit Salpetersäure ausgezogen. Die Lösung gab in allen drei Fällen mit Molybdänlösung eine zwar schwache, aber doch deutliche Phosphorsäurereaction. Es dürfen diese Nadeln also sicher als Apatit betrachtet werden.

Andere Einlagerungen zeigen unregelmässige, rundliche oder schlauchförmige Umrisse und eine sehr starke Ablenkung des Lichtes. Sie dürften in den meisten Fällen Gasporen sein. Nur verhältnissmässig selten, besonders häufig noch in den Porphyren und Graniten, beobachtet man deutliche Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen, welche meist so gross sind, dass sich die Flüssigkeit nur an wenigen Stellen dieser schlauchförmigen Gebilde erkennen lässt. Hie und da sind diese Einlagerungen regelmässig im Zirkon vertheilt, wie Fig. 6 zeigt. — Nicht selten findet man schwarze Körnchen, bald in der Zirkonsubstanz, bald in den Gasporen, welche in seltenen Fällen quadratische Umrisse erkennen lassen und jedenfalls Magneteisen sind, da sie sich bei beginnender Verwitterung des Zirkons ebenfalls verändern und die Hohlräume der Gasporen braun und roth färben. In den Zirkonen der Eruptivgesteine findet man hie und da auch braune, homogene, schlauchförmige Einschlüsse, welche Glas zu sein scheinen. Alle diese verschiedenartigen Einlagerungen sind am häufigsten in den Zirkonen der massigen Gesteine, häufig auch noch in denen der unteren, körnigen Gneisse, selten in denen der schiefrigen Gneisse und Glimmerschiefer.

Der Rutil zeigt gegenüber dem Zirkon nur selten Einlagerungen. Nur in den Rutilen des Spessarter Staurolith-Gneisses habe ich oft sehr reichlich grosse, dicke, farblose Körner oder Säulchen beobachtet, welche das Licht doppelt brechen und mit grünen und rothen Farben polarisiren. Sie liegen fast der Hauptaxe parallel und zeigen nicht selten eine regelmässige, der Krystallform des Rutil entsprechende Umgrenzung.

Umwandlungserscheinungen. Solche findet man an den Zirkonen aus den zersetzten krystallinischen Gesteinen und den Sedimentärgesteinen sehr gewöhnlich. Die Zirkone färben sich, ohne Risse und Sprünge zu zeigen, zuerst blassviolet, allmählich wird die Färbung etwas dunkler und geht in grauviolet über, Risse und Sprünge treten zahlreich auf, die Krystalle werden trübe und undurchsichtig und färben sich jetzt braun.

Solche stark zersetzte, braune und trübe Zirkone fand ich besonders in einem zersetzten Granit von Görlitz, in welchem sie in dieser Beschaffenheit bis zu 2 mm gross vorkommen. Diese hellvioleten und braunen Färbungen verschwinden beim Behandeln mit Salzsäure nicht, wohl aber alle rothbraunen Färbungen, welche als Ueberzüge oder Infiltrationen von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat zu betrachten sind, und welche auch in den Zirkonen selbst aus dem eingeschlossenen Magneteisen hervorgehen.

An den durch Schlämmen erhaltenen Rutilen habe ich Umwandlungserscheinungen nur selten beobachtet. Nur einmal habe ich hellgelbe erdige Substanzen gesehen, welche aus dem Rutil entstanden waren, öfters dagegen in den Spessarter Staurolith-Gneissen Rutile mit schwarzen, metallisch glänzenden Flecken, welche dieselben oft ganz einhüllten und in einer Umwandlung des Rutils in Titaneisen bestehen, wie dies von *v. Lasaulx*[1]) ausführlich beschrieben worden ist.

Chemisches Verhalten. Hier habe ich dem bereits darüber Bekannten nur wenig hinzuzufügen; Salzsäure und Salpetersäure, sowie verdünnte Schwefelsäure greifen Zirkon, Rutil und ebenso Anatas und Brookit gar nicht an; concentrirte Schwefelsäure wirkt dagegen auf alle vier lösend ein, besonders auf die Titansäuremineralien. Wässerige Flusssäure greift diese wieder gar nicht an, während der Zirkon bei längerem Erhitzen damit matt und trübe wird und rissige Individuen in kleine Stücke zerfallen. Zur chemischen Unterscheidung des Zirkons und Rutils eignet sich am besten die Phosphorsalzperle; doch darf man, um beim Rutil die charakteristische violete Färbung zu erhalten, nicht zu wenig Substanz nehmen. Zusatz von Zinn beschleunigt die Reduction der Titansäure, allein man erhält dabei öfters auch beim Rutil die für den Hyacinth charakteristische empfindliche Kupferreaction[2]). Es ist deshalb besser, die Perle ohne Zinnzusatz zu machen. Die Prüfung auf Titansäure in salzsaurer Lösung durch Reduction mit Zinn verlangt gewöhnlich noch mehr Substanz als die Perle. Beträchtlich empfindlicher dagegen ist die Reaction mit Wasserstoffsuperoxyd[3]), welches

[1]) *v. Lasaulx.* Zeitschr. f. Krystallographie 1884. VIII. S. 73 u. ff.
[2]) *Sandberger.* N. Jahrb. f. Min. 1881. I. S. 259.
[3]) *Schönn.* Zeitschrift für analyt. Chemie 1870. IX. S. 41.

in der sauren Lösung schon bei Anwesenheit von Spuren Titansäure eine intensiv orangegelbe Färbung hervorbringt. Stets bestätigt gefunden habe ich das besonders von *Cossa*[1]) hervorgehobene Verhalten des Hyacinths und Rutils beim Erhitzen. Der Hyacinth verliert nämlich beim Erhitzen an der Luft schon unter der Glühtemperatur seine Farbe völlig oder bis auf ein blasses, schmutziges Braun, der Rutil dagegen behält seine intensiv rothbraune Farbe oder wird bei sehr starkem Glühen noch dunkler.

Verbreitung. Die Verbreitung des Zirkons und Rutils ist eine ganz enorme, die des ersteren aber noch grösser als die des Rutils, denn es gibt viele Gesteine, welche nur Zirkon, aber nur wenige, welche nur Rutil enthalten.

In den Graniten findet man, wie schon *Rosenbusch*[2]) angibt, den Zirkon stets und meist sehr reichlich, sowie vorwiegend in scharf ausgebildeten Krystallen. Der Rutil dagegen tritt gegen den Zirkon an Menge bedeutend zurück oder fehlt ganz. Einigermassen häufig habe ich ihn nur in dem Granit der Gegend von Rippoldsau im Schwarzwald und im Granit von Görlitz gefunden; selten ist er in den Graniten von Steinbach bei Fürth und von der Windeck bei Weinheim im Odenwald, im Granit vom Holdersbachthal bei Schapbach, von der Luisenburg und vom Rudolfstein im Fichtelgebirge. Gar nicht gefunden habe ich ihn in den Graniten von Striegau, Heidelberg, Ilmenau, Barr-Andlau, Wörth bei Regensburg, Nabburg in der Oberpfalz und Eibenstock.

Sehr ähnlich den Graniten verhalten sich die Syenite. Auch in diesen ist Zirkon stets und meist reichlich vorhanden; den Rutil dagegen habe ich in keinem einzigen gefunden. Von den von mir untersuchten Syeniten enthält der Syenit von Salawa bei Blansko, von Birkopka und von Klepacon in Mähren den Zirkon häufig in nur 0,05—0,15 mm grossen Krystallen, vorwiegend von der Form $\infty P.\infty P\infty.P$ mit untergeordnetem 3P3. Der Syenit von Robschütz bei Meissen, vom Plauen'schen Grund und vom Erbstollen bei Dresden enthält Zirkon sehr häufig in bis 0,25 mm grossen rundlichen Körnern und scharfen Krystallen, vorwiegend von der Form $\infty P.P$ mit untergeordnetem 3P3 und $\infty P\infty$. Im Syenit von Redwitz bei Wunsiedel fand ich besonders häufig grosse lange Krystalle der Form $\infty P\infty.3P3$, wie sie im benach-

[1]) *Cossa.* N. Jahrb. f. Min. 1880. I. S. 162.

[2]) *Rosenbusch,* Atti della R. Accademia delle Scienze de Torino Vol. XVI.

barten Granit der Luisenburg häufig sind, und im porphyrartigen Syenit-Granit von Weinheim vorwiegend die in den Odenwaldgesteinen so häufige Form ∞P.P.3P3.

Eine grosse Analogie mit den Graniten zeigen ferner die körnigen Diorite und Glimmerdiorite, doch findet man hier schon viele runde Körner und abgerundete Krystalle von Zirkon. Im Glimmerdiorit der südlichen Urgebirgszone des Spessarts und in den sehr ähnlichen Gesteinen von Kleestadt, Brensbach, Reichenbach, Auerbach und Knoden im Odenwald und von Zainhammer bei Brotterode in Thüringen finden sich neben rundlichen Formen auch Krystalle, vorwiegend in der Form ∞P.P mit untergeordnetem 3P3 und ∞P∞. Der Rutil fehlt in diesen Gesteinen gänzlich, oder ist doch sehr selten.

Im Gneiss ändert sich die Sache. Hier erscheinen die beiden Mineralien meist zugleich und sind auch schon von vielen Forschern darin nachgewiesen worden. Im Allgemeinen glaube ich gefunden zu haben, dass in den mehr körnigen, feldspathreichen Gneissen der Zirkon vorherrschend oder auch allein auftritt, dass dagegen in den schiefrigen, glimmerreichen Gneissen beide Mineralien mehr im Gleichgewicht vorkommen, oder der Rutil vorherrscht. Doch gibt es auch viele Ausnahmen. Niemals aber wird man die beiden Mineralien in einem Gneissgebiet völlig vermissen. In den feldspathreicheren Gneissen findet man den Zirkon gewöhnlich noch krystallisirt, oft sogar recht scharf und gross, wie z. B. im Gneiss des Gallenbachthals im Schwarzwald in bis 0,4 mm grossen dicken Krystallen der Form ∞P∞ . ∞P.3P3.P. Besonders verbreitet ist hier die Form ∞P∞ . P mit oder ohne 3P3 und ∞P und mit meist schöner zonaler Streifung. In den schiefrigen glimmerreichen Gneissen tritt dagegen der Zirkon meist in rundlichen oder länglich runden Körnern oder stark abgerundeten Krystallen auf. Grosse, scharf ausgebildete Krystalle sind selten; ebenso wird die zonale Streifung seltener. Der Rutil bildet rundliche Körner und Säulchen und häufig schöne Krystalle der Form ∞P∞ . ∞P.P.

Im Glimmerschiefer ist der Rutil meist in grösserer Menge vorhanden als der Zirkon, doch fehlt dieser nur selten. Auch im Glimmerschiefer und Quarzitschiefer des Spessarts, sowie in dem von Massa maritima in Toscana habe ich die beiden Mineralien gefunden. Der Zirkon kommt hier fast ausschliesslich in

kleinen rundlichen Körnern und Säulchen vor, während der Rutil nicht selten schön krystallisirt ist.

Im Gebiete der Phyllitformation wurde der Rutil ebenfalls schon an mehreren Orten nachgewiesen und zwar vorwiegend in der Form der Thonschiefernädelchen, der Zirkon dagegen bis jetzt noch nicht. Ich fand ihn aber in einem Phyllitgneiss vom Katharinenberg bei Wunsiedel häufig, meist in rundlichen Körnern, aber auch in der Combination von Prismen mit der Doppelpyramide. Im Quarzphyllit von Wiltau in Tyrol ist er sehr häufig in länglich-runden Körnern. An beiden Orten wird er begleitet von Turmalin. Den Rutil dagegen, den *Pichler* und *Blaas* [1]) von letzterem Fundorte so schön beschreiben, konnte ich beim Schlämmen des zerdrückten Gesteins nicht finden. Im Sericitschiefer des Taunus habe ich den Zirkon in 5 Gesteinsstücken aus der Gegend von Wiesbaden und Naurod häufig bis sehr häufig beobachtet. Er tritt hier vorwiegend in oft sehr scharf ausgebildeten, kurzsäulenförmigen, bis 0,2 mm grossen, farblosen Krystallen auf, welche meist $\infty P\infty$, $\infty P.P$ mit seltenem und untergeordnetem 3P3 zeigen; doch sind rundliche Körner und abgerundete Säulchen auch nicht selten. Zonale Streifung und Einlagerungen von Apatitspiessen sind häufig. Turmalin, den *Zirkel* [2]) aus dem Sericitschiefer des Taunus beschreibt, sowie Rutil, habe ich beim Schlämmen nicht gefunden. Die den Sericitschiefer überlagernden Taunusquarzite und Thonschiefer habe ich von Bingerbrück und vom Rheinstein untersucht. Dieselben enthalten häufig Rutil und Turmalin und sehr häufig Zirkon, welcher aber gegenüber dem Zirkon der Sericitschiefer stark abgerollt erscheint. — Auch im Thonschiefer von Wunsiedel habe ich kleine runde Zirkonkörner und kleine braune Turmalinkrystalle gefunden.

Sehr interessirt haben mich die dem Gneiss und Glimmerschiefer concordant eingelagerten Gesteine, namentlich die Hornblendeschiefer, Eklogite und Granulite in Bezug auf ihren Gehalt an Zirkon und Rutil. In den Hornblendeschiefern wurde

---

[1]) *Pichler* und *Blaas*, die Quarzphyllite von Innsbruck in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1882. S. 513.

[2]) *F. Zirkel*, mikroskopische Untersuchung der Taunusschiefer. N. Jahrb. f. Min. 1875. S. 628.

der Rutil besonders von *Sauer*[1]) in weiter Verbreitung nachgewiesen. Auch ich habe ihn in den Hornblendeschiefern und schiefrigen Dioriten des Spessarts meist sehr reichlich gefunden, gewöhnlich aber auch geringe Mengen rundlicher farbloser Zirkonkörner.

Die hochrothen Körnchen des Eklogits hat zuerst Herr Prof. *Sandberger*[2]) näher untersucht und als Hyacinth beschrieben, für den sie auch noch *Hussack*[3]), *Riess*[4]) und *Lohmann*[5]) gehalten haben. Nach den Bestimmungen *Sauers*[6]) und anderer, sowie auch nach meinen eigenen Beobachtungen schien es mir dagegen, als ob sie dem Rutil zugehören müssten.

Nachdem inzwischen hier sehr reichliches und reines Material aus zerfallenen Eklogiten des Fichtelgebirges untersucht worden ist, hat sich auch Herr Professor *Sandberger* der Ansicht *Sauer*'s für diese Gesteine angeschlossen. Doch ist es nicht unmöglich, dass auch ächter, farbloser Zirkon darin vorkommt und noch gefunden werden kann.

Die gelben und rothbraunen, stark lichtbrechenden Körnchen und Kryställchen in den sächsischen Granuliten wurden ebenfalls längere Zeit für Zirkon gehalten, bis *Rosenbusch*[7]) sie für Rutil erklärte, welcher Ansicht sich *Lehmann*[8]) nach eingehenden Untersuchungen anschloss. Da *Zirkel*[9]) und *Dathe*[10]) jedoch auch farblose und glashelle Kryställchen angeben, so habe ich selbst noch einmal drei typische lichte Granulite durch Schlämmen untersucht, nämlich den Granulit von Kaufungen bei Penig, von Wühlau bei Penig und von Leinbach bei Chemnitz.

---

1) *Sauer*, N. Jahrb. f. Min. 1879. S. 569 und 1881. I. S. 228.

2) *Sandberger*, Hyacinth im Fichtelgebirge, Würzburger naturwissensch. Zeitschrift. Bd. VI. S. 128.

3) *Hussack* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1878. S. 277.

4) *Riess*, ebenda 1878. S. 203 u. ff.

5) *Lohmann*, N. Jahrb. f. Min. 1884. I. S. 99 u. ff.

6) *Sauer*, N. Jahrb. f. Min. 1879. S. 569.

7) *Rosenbusch*, N. Jahrb. f. Min. 1881. I. S. 211.

8) *Lehmann*, Ueber das Vorkommen von Titan-Mineralien in den sächsischen Granuliten. Sitzungsberichte der niederrh. Gesellschaft f. Natur- und Heilkunde 1881, sowie in Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine S. 224.

9) *Zirkel*, N. Jahrbuch f. Min. 1880. I. S. 89.

10) *Dathe*, Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellschaft 1877. S. 313.

Die beiden ersten enthielten sehr reichlich Rutil in Körnern, einfachen Krystallen und Zwillingen nach P∞ und 3P3, der letztere dagegen nur sehr wenig. In allen dreien aber fand ich seltene, höchstens 0,12 mm grosse, runde oder länglich runde, farblose Körnchen von Zirkon, an denen ich nur einmal noch Flächen von 3P3, öfters aber die charakteristische zonale Streifung erkennen konnte.

In den Granuliten des niederösterreichischen Waldviertels hat *Becke*[1]) auch Zirkon und Rutil gefunden.

In den körnigen Kalken findet man den Zirkon ebenfalls. In den Spessarter Gesteinen sowohl wie im körnigen Kalk von Redwitz bei Wunsiedel kommt er in kleinen, länglich runden Körnern, begleitet von oft ziemlich grossen Rutilen, nicht selten vor.

Die Verbreitung des Zirkons in Eruptivgesteinen wurde besonders durch die Untersuchungen von *Rosenbusch*[2]) dargethan. Dabei erwähnt derselbe ausdrücklich, dass der Rutil bis jetzt nur in den geschichteten Gesteinen gefunden worden sei und gibt ihn auch aus keinem Eruptivgestein, auch nicht aus den Graniten an. Ich habe jedoch bei meinen Untersuchungen den Rutil öfters zusammen mit Zirkon im Schutt der Porphyre, Diabase, Basalte und Dolerite gefunden. Zur besseren Uebersicht will ich die untersuchten Gesteine und die Resultate einzeln nennen.

1. Diabasschutt von Kirschhofen bei Weilburg[3]): Zirkon h.[4]) meist rundliche Körner, seltener bis 0,2 mm grosse Krystalle der Form ∞P.P.3P3; Rutil n. s., runde Körnchen und Säulchen mit Zwillingsstreifung.
2. Quarzporphyrschutt von der Hartkoppe bei Sailauf im Spessart.
3. Quarzporphyrschutt vom Wagenberg bei Weinheim: wie im vorigen Zirkon hh., meist rundliche Körner, aber auch

---

[1]) *Becke*, Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1882. S. 225.

[2]) *Rosenbusch*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XVI.

[3]) Von grobkörnigem Diabase herrührend, welcher von *Sandberger* i. Jahrb. d. nass. Ver. für Naturkunde IX. 2. S. 4 ff., 24 und Verst. d. rhein. Schichtensystems in Nassau S. 521 beschrieben worden ist. Statt Hypersthen ist überall dort Augit zu setzen. Analyse von *Senfter* s. N. Jahrb. f. Min. 1872. S. 679 f.

[4]) Die hier und später angewendeten Abkürzungen bedeuten: hh. sehr häufig, h. häufig, n. h. nicht häufig, n. s. nicht selten, s. selten und ss. sehr selten.

scharfe Krystalle; Rutil hh., abgerundete Krystalle mit Zwillingsstreifung und Zwillingsbildung nach P∞ und 3P∞; Turmalin n. s.

4. Quarzporphyr vom Steinwald bei Gross-Umstadt: Zirkon s.
5. Quarzporphyr von Lenau bei Kemnath in der Oberpfalz: Zirkon hh., rundliche Körner.
6. Quarzporphyr von Asbach bei Schmalkalden: Zirkon hh., rundliche Körner und Krystalle.
7. Pinitporphyr von Baden-Baden: Zirkon ss.
8. Porphyrit von Waldböckelheim bei Kreuznach: Zirkon s., bis 0,2 mm grosse, meist abgerundete Krystalle der Form ∞P∞ . ∞P.P.
9. Trachyt von Riveau-Grand am Mont Dore in der Auvergne: Zirkon h., rundliche Körner und Krystalle der Form ∞P.P mit untergeordnetem 3P3.
10. Trachyt mit Tridymit von Thera: Zirkon s., runde Körner und scharfe Krystalle ∞P.P.
11. Phonolithtuff von Schackau in der Rhön: Zirkon n. h., bis 1mm grosse scharfe, kurz säulenförmige Krystalle der Form ∞P.P; Titanit hh.; Rubicell h.
12. Phonolithtuff von Welschingen bei Engen in Baden: Zirkon h., rundliche Körner und Krystalle der Form ∞P.P.
13. Phonolithschutt vom Käuling in der Rhön: Zirkon h., abgerundete Prismen; Rutil n. s.
14. Basaltschutt vom Hasselbach bei Weilburg: Zirkon hh., vorwiegend runde und länglich runde Körner, seltener Krystalle; Rutil h., runde Körner, einfache Krystalle und Zwillinge nach P∞ und 3P∞.
15. Basaltschutt vom Hohenhöwen: Zirkon n. s.; Rutil s.
16. Basaltschutt vom Dammersfeld in der Rhön: Zirkon hh., rundliche Körner und abgerundete Säulchen, selten Krystalle; Rutil n. s., abgerundete Säulchen.
17. Basaltschutt vom Kreuzberg in der Rhön: Zirkon hh.; Rutil n. s.
18. Basaltlehm von Nidda an der Strasse nach Salzhausen: Zirkon h.
19. Basalt von Naurod bei Wiesbaden: Zirkon s.
20. Doleritschutt vom Hopfenberg bei Schwarzenfels: Zirkon h., Rutil h.

21. Doleritschutt vom Frauenberg bei Schlüchtern: Zirkon n. s.
22. Dolerit vom Huttener Berg: Zirkon s.

Aus den Quarzporphyren und Phonolithen wurde der Zirkon schon öfters beschrieben, und *Rosenbusch* sagt sogar, dass er in allen Quarzporphyren zu finden sei. Aus dem Diabas von Anost in Frankreich gibt ihn bereits *Michel-Lévy*[1]) an. Neu ist dagegen sein Vorkommen in den Basalten und Doleriten, denn die grossen hyacinthartigen Krystalle, die man schon an mehreren Orten in den Basalten gefunden hat, scheinen zu diesen mikroskopisch kleinen in keiner Beziehung zu stehen; die grossen Hyacinthe der Basalte stammen sehr wahrscheinlich aus Gesteinen, welche in der Tiefe anstehen und durch die Eruption des Basaltes mit emporgebracht wurden, während diese Zirkone, die ich in jedem untersuchten Basaltschutt gefunden habe, ein constanter primitiver Gemengtheil der Basalte zu sein scheinen. Die mikroskopisch kleinen Zirkone der Basalte sind fast stets stark abgerundet, so dass man nur selten scharfe Krystalle findet, aber diese abgerundete Beschaffenheit ist ihnen von Natur aus eigen, da die nicht seltene zonale Streifung der rundlichen Körner der äusseren Umrandung genau parallel läuft. Einschlüsse von Apatit und Gasporen kommen in den Zirkonen der Basalte und Dolerite ziemlich selten vor.

Weder Zirkon noch Rutil habe ich gefunden im Melaphyr von Traisa bei Darmstadt, im Kersantit von Heimbach bei Langenschwalbach, im Palaeopikrit von Wallenfels bei Dillenburg und in zwei Olivinfelsauswürflingen aus den Basalten von Kleinostheim bei Aschaffenburg und von Schwarzenfels bei Brückenau.

In den Sedimentärgesteinen wurden Zirkon und Rutil in den letzten Jahren von vielen Forschern und an den verschiedensten Orten, aber immer nur in Sanden, Sandsteinen und Conglomeraten nachgewiesen. Ich habe sie aber bei meinen Untersuchungen nicht bloss in allen von mir untersuchten Sandsteinen, sondern auch in fast allen Mergeln, Schieferthonen und selbst noch in fast reinen Kalksteinen und Dolomiten gefunden. So z. B. im Bergkalk von Bristol und Hof, im Zechstein des Spessarts und Schlesiens, in fast allen Bänken des Wellenkalkes, Muschelkalkes, der Lettenkohle und des Keupers in Unterfranken,

---

[1]) *Michel-Lévy.* Bull soc. géol. de France. III sér. 1883. p. 284.

in den Triaskalken der Schweiz und Schlesiens, im Purbeckkalk des französisch-schweizerischen Jura, im Pariser Grobkalk, in allen tertiären Kalken des Mainzer Beckens und selbst noch in der fast reinen weissen Schreibekreide der Champagne. Meist sind jedoch beide Mineralien in den Kalksteinen nicht häufig und klein; nur einmal, nämlich in dem Kalkstein mit Orbitolina lenticularis aus dem Rhodanien der Perte du Rhone bei Bellegrande im Dep. Ain habe ich Zirkon in kleinen runden Körnern in grosser Menge getroffen. — Die Menge des Rutils in den Sedimentärgesteinen ist meist beträchtlich geringer als die des Zirkons, doch fehlt er selten ganz. Sehr selten sind dagegen die Fälle, in denen der Rutil bedeutend überwiegt, wie z. B. im Kohlensandstein von Flöha bei Chemnitz, in welchem Rutil in bis 0,5mm grossen Körnern und Granat so häufig ist, dass auf eine Abstammung dieses Gesteins aus dem benachbarten Granulit geschlossen werden darf. — Der Zirkon erscheint in den Sedimentärgesteinen nicht bloss in runden Körnern, sondern auch sehr häufig in ganz scharfen Krystallen, die keine Spur von Abrollung zeigen. Ueberhaupt sind sogen. „klastische Wunden“ am Zirkon verhältnissmässig selten. In einzelnen Fällen lassen sich in den Sedimentärgesteinen auch noch Zirkonkrystalle auffinden, deren Form einen Schluss auf ihre Abstammung gestattet; so fand ich z. B. in vielen Kreidesandsteinen Schlesiens neben vielen anderen Formen auch die typischen Krystalle des Striegauer Granites. — Der Rutil erscheint in den Sedimentärgesteinen in runden Körnern, abgerundeten Säulchen und noch ziemlich scharfen Krystallen, dagegen habe ich die langen dünnen Nadeln der Thonschiefer und Phyllite beim Schlämmen nicht gefunden.

Bildung. Die in den massigen Gesteinen vorkommenden Zirkone scheinen fast ausschliesslich Primitivbildung zu sein, doch ist es nach der Beschreibung und Abbildung, welche *v. Chrustschoff*[1]) gegeben hat, sowie nach dem Vorkommen von aufgewachsenen Zirkonen in den Drusen der Chloritschiefer Tyrols nicht unwahrscheinlich, dass auch eine Neubildung dieses Minerals in den Drusen der massigen Gesteine vorkommt. Die Zirkone in den Gneissen und Glimmerschiefern sind beim Krystallinischwerden dieser Gesteine entstanden und auch die scharfen Kryställchen im Sericitschiefer des Taunus haben sich jedenfalls

1) *v. Chrustschoff* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. VI. S. 173.

in diesem Gestein gebildet. Dagegen halte ich die im Taunusquarzit in Begleitung von abgerolltem Turmalin und Rutil vorkommenden rundlichen Zirkone ebenso wie alle andern Zirkone in nicht krystallinischen Sedimentärgesteinen für Körper, die sich auf secundärer Lagerstätte befinden. Doch zeigt das Vorkommen von aufgewachsenem Zirkon zusammen mit Chlorit bei Pfunders in Tyrol jedenfalls, dass sich dieses Mineral auch aus wässrigen Lösungen zu bilden vermag.

Der Rutil ist in den Graniten und ebenso in den Gneissen, Glimmerschiefern, Eklogiten bei der Bildung dieser Gesteine entstanden und ich glaube, dass dies auch bei den von mir in den Porphyren, Diabasen, Basalten und Doleriten beobachteten Rutilen der Fall ist, wenn sie bis jetzt auch nur im Schutt dieser Gesteine vorgekommen sind, da die Formen dieser Rutile dick und nicht lang säulenförmig sind und viel mehr den primären der Gneisse gleichen, als den meist lang prismatischen secundär gebildeten. Doch habe ich im Schutt der Basalte auch einzelne stark gestreifte Säulchen gefunden.

In den in Umwandlung begriffenen dunklen Glimmern und auch im hellen Phlogopit haben bereits viele Forscher in den verschiedensten Gesteinen farblose bis gelbe dünne Nädelchen gefunden, welche von *Sandberger*[1]) und *Williams*[2]) als Rutil bestimmt worden sind.

Williams nimmt an, dass dieselben im Glimmer des Glimmerdiorits von Lippenhof bei Unter-Kirnach im Schwarzwalde nicht, wie dies gewöhnlich der Fall zu sein scheint, aus der Zersetzung des Glimmers hervorgegangen sind, sondern dass sie gleichzeitig mit diesem gebildet wurden, da sie auch im frischen Glimmer vorkommen. Auch ich habe diese Nädelchen in dem dunklen Glimmer aller Aschaffite wieder gefunden und zwar sowohl in zersetzten als in noch ganz frischen Blättchen. Auch kreuzen sie sich regelmässig unter 60° und sind wesentlich auf die Mitte der Blättchen beschränkt, so dass auch in Querschnitten nur diese dadurch getrübt erscheint und die äusseren Schichten klar bleiben. Ebenso habe ich auf Klüftchen in diesem Glimmer keine wesentliche Anreicherung an Rutil beobachtet, so dass sie in ihrem Auftreten von den Rutilen im Glimmer von Bodenmais

---

[1]) *Sandberger*, N. Jahrb. f. Min. 1881. I. S. 258 u. 1882. II. S. 192.
[2]) *Williams*, N. Jahrb. f. Min. 1883. II. Beilageband S. 619 u. ff.

sehr abweichen. Ausserdem erscheint es höchst merkwürdig, dass diese sich unter 60° kreuzenden Rutilnädelchen gerade im Glimmer einzelner Gesteine so ungemein häufig sind, während sie in anderen nur sehr selten vorkommen. So habe ich unter mehr als Hundert untersuchten Vorkommen zersetzter Glimmerblättchen der verschiedenen Gneisse des Spessarts nur in zweien, nämlich in einem Gneissstück von Haibach und in einem anderen von Damm Rutilnädelchen entdecken können, welche aber in diesem Falle ganz denen von Bodenmais glichen. Titansäure kommt aber im dunklen Glimmer aller Spessarter Gneisse vor. In den Aschaffiten des Spessarts kommt übrigens Rutil auch in grossen Krystallen häufig vor, die jedenfalls bei der Bildung dieses Gesteins zusammen mit dem reichlich vorhandenen Zirkon und Granat gebildet worden sind. Die Rutilnädelchen im Glimmer sind deshalb zweierlei Art, nämlich ganz dünne lange Nadeln und seltenere Zwillinge, welche sich unter 60° kreuzen und mit dem Glimmer als Abscheidung eines Ueberschusses der im Gestein vorhandenen Titansäure gebildet wurden, und meist kürzere, stark vertical gestreifte, meist verzwillingte Nadeln und Säulchen, welche aus dem Glimmer bei der Zersetzung desselben entstehen.

In den Sedimentärgesteinen habe ich durch die Schlämmanalyse keine Rutile gefunden, welche ich etwa als Neubildung hätte betrachten können. Das häufige Vorkommen des Rutils auf Klüften der krystallinischen Gesteine, die Bildung desselben aus Glimmer, sowie auf Erzgängen aus zersetztem Gneiss, wie dies vor kurzer Zeit von *Stelzner*[1]) bei Freiberg beobachtet wurde, macht es jedoch wahrscheinlich, dass auch in den Sedimentärgesteinen neugebildeter Rutil vorkommen kann, wenn er auch bis jetzt noch von Niemand darin gefunden worden ist. Jedenfalls aber entsteht in den Sedimentärgesteinen viel häufiger Anatas und Brookit.

2. Anatas.

Krystallform. Der mikroskopische Anatas erscheint als Bestandtheil der zersetzten krystallinischen Gesteine und der Sedimentärgesteine in mehreren Formen ausgebildet, unter denen besonders zwei auffallend verschiedene eine grosse Verbreitung be-

1) *Stelzner*, N. Jahrb. f. Min. 1884. I. S. 273.

sitzen und da, wo neugebildeter Anatas vorliegt, nur selten gleichzeitig auftreten. Man kann sie daher, ähnlich wie das von *Klein*[1]) für die grossen Anataskrystalle geschehen ist, als Typen des mikroskopischen Anatases betrachten. Der eine Typus wird wesentlich von einer Combination der Grundpyramide mit der basischen Endfläche, der andere von einer Combination einer stumpfen Pyramide zweiter Ordnung mit der Grundpyramide gebildet.

Der erste Typus, die Combination von P mit 0P ist die häufigste Form des mikroskopischen Anatases und erscheint gewöhnlich in tafelförmigen, rechteckigen Krystallen mit vorherrschendem 0P, wie dies die Figuren 12 und 13 zeigen. Durch Zurücktreten der Endfläche nehmen die Krystalle allmählich pyramidalen Habitus an (Fig. 11) und in vielen Fällen findet man die Grundpyramide allein. Untergeordnet, aber recht häufig tritt die die Kanten der Grundpyramide gerade abstumpfende Pyramide zweiter Ordnung P∞ auf, viel seltener aber eine stumpfe Pyramide erster Ordnung $\frac{1}{m}$P, neben welcher ich in einigen Fällen auch noch eine stumpfe Pyramide zweiter Ordnung $\frac{1}{m}$P∞ mit parallelen Combinationskanten beobachten konnte. An drei verschiedenen Vorkommnissen fand ich ausserdem noch eine Doppelpyramide mPn, deren Auftreten Fig. 15 zeigt, und an einem dieser Krystalle sogar eine zweite, weniger stumpfe Doppelpyramide. An mehreren Vorkommen guter Krystalle ist es mir ferner gelungen, den Winkel der Grundpyramide zu messen, und fand ich ihn an den bestliegenden Krystallen zu 136° bis 137°, welche Zahlen mit der wirklichen Grösse dieses Winkels (136° 36') gut übereinstimmen. Dagegen gelang es mir nicht, an den Pyramiden $\frac{1}{m}$P, $\frac{1}{m}$P∞ und mPn irgend welche Winkel zu messen. Doch scheint es, als ob die beiden ersteren mit den an den Krystallen des zweiten Typus vorherrschend entwickelten stumpfen Pyramiden gleichwerthig wären. Besonders bemerkenswerth erscheint es ausserdem, dass die Flächen der Grundpyramide durch oscillatorische Combination mit 0P immer parallel den Mittelkanten stark gestreift sind, die Fläche 0P dagegen nur selten eine entsprechende Streifung parallel den Pyramidenflächen zeigt. Die Tafeln sind deshalb in der Richtung der Hauptaxe gewöhnlich sehr klar und durchsichtig, die Pyramiden dagegen meist undurchsichtig.

[1]) *Klein.* N. Jahrb. für Min. 1871. S. 900 und 1875. S. 337.

Der zweite Typus der mikroskopischen Anataskrystalle, die Combination $\frac{1}{m}P\infty . P$ tritt in den meisten Fällen mit vorherrschendem $\frac{1}{m}P\infty$ auf, so dass die Krystalle eine linsenförmige Gestalt besitzen. Unter dem Mikroskop erscheinen sie dagegen vorwiegend in der in Fig. 16 abgebildeten Form.

Nicht selten tritt die Grundpyramide so weit zurück, dass die Mittelkanten von $\frac{1}{m}P\infty$ sichtbar werden (wie z. B. in Fig. 21), niemals aber fehlt sie ganz Sehr selten dagegen herrscht die Grundpyramide so sehr vor, dass die Flächen von $\frac{1}{m}P\infty$ nur an den Polecken derselben sichtbar werden. Unter den schönen Krystallen von Striegau fand ich auch viele, welche noch andere Flächen erkennen liessen. Besonders häufig ist die Pyramide $P\infty$, sowie eine stumpfe Pyramide erster Ordnung, welche mit $\frac{1}{m}P\infty$ parallele Combinationskanten bildet und in einzelnen Fällen stark entwickelt ist. An den meisten Striegauer Krystallen beobachtete ich aber, auch wenn die Pyramide $\frac{1}{m}P$ fehlte, auf den Flächen von $\frac{1}{m}P\infty$ eine starke Streifung parallel den Combinationskanten von $\frac{1}{m}P$, welche eine oscillatorische Combination der beiden Pyramiden darstellt. Gleichzeitig erscheint auch noch eine Streifung parallel den Flächen der Grundpyramide, welche durch oscillatorische Combination von $\frac{1}{m}P\infty$ mit P bedingt ist, so dass die Krystalle meist das in Fig. 16 dargestellte Aussehen besitzen. An einigen Krystallen von Striegau ist es mir ferner gelungen, unter dem Mikroskop einige Winkel zu messen, welche einen Schluss auf die Axenverhältnisse der Pyramiden gestatten. Ich fand nämlich in meinen Präparaten auch einige, welche parallel einer (aber nicht wirklich vorhandenen) Prismenfläche gelagert waren, wie dies Fig. 17 in Projection zeigt, so dass sich von der Pyramide $\frac{1}{m}P\infty$ der Winkel zweier Polkanten messen liess, welcher sich im günstigsten Falle zu 19° resp. 161° in einigen weniger günstigen zu 18° resp. 162° ergab. Da ich an denselben Krystallen den Winkel der steilen Pyramide zu 135° bestimmen konnte, welcher dem der Grundpyramide sehr nahe kommt, so muss, wenn dies die Grundpyramide ist, die stumpfe Pyramide eine solche zweiter Ordnung sein, deren Werthe zwischen $\frac{1}{7}P\infty$ und $\frac{1}{8}P\infty$ liegen, denn die erstere verlangt für den Winkel zweier Polkanten 20° 21′ 38″, die letztere 17° 51′ 34″. Welche von diesen beiden Pyramiden oder von den dazwischen liegenden unsere wirklich ist, kann ich nicht entscheiden, da die Winkelmessung unter dem Mikroskop viel zu ungenau ist; doch

dürften sich mit den schönen, bis über 0,5 mm grossen Krystallen von Striegau leicht genauere Messungen vornehmen lassen. Da die Pyramide $\frac{1}{7}$P am Anatas sehr häufig ist, und auch an den mikroskopischen Krystallen eine stumpfe Pyramide erster Ordnung nicht selten vorkommt, so möchte ich glauben, dass auch diese den Werth $\frac{1}{7}$P hat. Dann müsste auch die Pyramide zweiter Ordnung $\frac{1}{7}$P∞ sein, da sie mit dieser parallele Combinationskanten bildet. Immerhin aber bleibt es interessant, dass am mikroskopischen Anatas eine so stumpfe Pyramide zweiter Ordnung so verbreitet vorkommt, wie sie an den grossen Anataskrystallen bis jetzt noch gar nicht beobachtet wurde. Die stumpfste Pyramide dieser Art hat bis jetzt *Groth*[1]) als $\frac{5}{19}$P∞ beschrieben, und die nächste ist $\frac{1}{3}$P∞, welche *Seligmann*[2]) und *C. Vrba*[3]) beschrieben haben und von *Carl Wein*[4]) an Anatasen von Rauris in Salzburg vorherrschend beobachtet wurde.

Die basische Endfläche 0P kommt an den Anataskrystallen des zweiten Typus nicht selten vor und ich kenne sogar einige Vorkommnisse, an denen sie stets entwickelt ist, so dass ein dritter Typus entsteht, welcher den Uebergang der beiden beschriebenen in einander andeutet. Ja, an ein Paar Fundorten ist die Pyramide $\frac{1}{m}$P∞ so untergeordnet entwickelt, dass man die Krystalle lieber zu denen des ersten Typus stellen möchte, wenn sie eben nicht an jedem Krystalle entwickelt wäre.

Eine abweichende Krystallform zeigten die Anataskrystalle aus einem völlig zersetzten Gneiss von der Grube Junge hohe Birke bei Freiberg. Es sind dies oktaëderähnliche Pyramiden mit meist rauhen, wenig schön ausgebildeten Flächen, bald mit, bald ohne 0P, deren Kantenwinkel sich in ein Paar Fällen zu 110—113° ergab, so dass sie der Pyramide $\frac{3}{5}$P mit dem Kantenwinkel 112° 55′ nahestehen, welche an einigen Krystallen von der Alp Lercheltiny im Binnenthale vorherrschend entwickelt beobachtet wurde.

Die mikroskopischen Anataskrystalle sind meist recht scharf und regelmässig ausgebildet, erscheinen jedoch zuweilen auch

---

[1]) *Groth.* Strassburger Mineralien-Sammlung S. 109.

[2]) *Seligmann.* Zeitschr. f. Krystallographie 1882. VI. S. 317. N. Jahrb. f. Min. 1881. II. S. 269.

[3]) *Vrba.* Zeitschr. f. Krystallographie 1881. V. S. 417.

[4]) *C. Wein.* Zeitschr. f. Krystallographie 1884. VIII. S. 532.

stark verzerrt und zeigen eine Menge ein- und ausspringender Winkel (Fig. 13). Ebenso kommt es nicht selten vor, dass mehrere Krystalle regelmässig mit einander verwachsen, wie dies z. B. Fig. 18 an einem Anatas aus dem Schilfsandstein von Sugenheim in Mittelfranken zeigt. Wo der Anatas ferner häufig vorkommt, findet man auch oft zahlreiche (20, 30 bis 100) kleinere und grössere Krystalle unregelmässig nach allen Seiten ausstrahlend zu Krystallgruppen verwachsen. Die Anataskrystalle sind ausserdem selten an allen Stellen scharf ausgebildet, sondern fast stets an einem Ende mehr oder weniger beschädigt. Es rührt dies daher, dass sie in kleinen Drusen der Gesteine gebildet wurden und dabei auf andere Mineralien aufgewachsen sind, von welchen sie beim Zerdrücken des Gesteins abbrechen. Bei diesem Zerdrücken wurden natürlich auch viele Krystalle beschädigt, und parallel den Pyramidenflächen oder der Endfläche gespalten. Solche gespaltene Krystalle habe ich häufig beobachtet, dagegen nur selten Spaltungsdurchgänge. Sehr oft aber zeigen die Anatase eine Menge kleinster, unregelmässiger Risse, welche sie trübe und undurchsichtig machen. Besonders häufig beobachtete ich dies in den Fällen, wo ich zur Untersuchung Waldboden verwendete, der natürlich den atmosphärischen Einflüssen im höchsten Grade ausgesetzt war, so dass man das Trübwerden der Anataskrystalle vielleicht auch als eine Veränderung der Anatassubstanz auffassen darf. Sonst sind die Anataskrystalle meist völlig klar und durchsichtig; nur die auf secundärer Lagerstätte befindlichen sind häufig stark abgerollt und dadurch trübe und undurchsichtig.

Farbe. Die Farbe des mikroskopischen Anatases ist sehr verschieden. Recht häufig erscheint er unter dem Mikroskop völlig farblos, meist aber gefärbt. Man findet alle Uebergänge von farblos durch hellgelb nach gelb, orangegelb und gelbbraun, ebenso von farblos nach hellbraun und dunklerbraun und von blassblau nach himmelblau, tief stahlblau und grünblau. Die Krystalle des Typus $\frac{1}{m}P\infty . P$ zeigen gewöhnlich eine graubraune oder grünlichbraune Färbung. Rothe und rein grüne Färbung, wie sie *Laspeyres*[1]) von den Anatasen aus den Drusen der Porphyre von Halle beschreibt, habe ich nicht beobachtet. Vorwiegend sind gelbe und blaue Farben. Nicht selten findet man ferner Krystalle,

1) *Laspeyres*. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. Bd. 16. S. 453.

besonders der Combination 0P.P, welche verschiedene Färbung zeigen: besonders häufig erscheint der Kern einer quadratischen Tafel in einem der äusseren Form entsprechenden Viereck stärker gefärbt als der Rand, während an anderen Tafeln vorwiegend gelbe mit blauen und grünblauen Farben bald regelmässig bald unregelmässig wechseln.

Optische Eigenschaften. Die Anataskrystalle zeigen stets starken Diamantglanz und sehr starkes Lichtbrechungsvermögen. Dichroismus ist nur zu beobachten, wenn die Krystalle nicht parallel 0P im Präparat gelagert sind, und auch dann nur, wenn die Abweichung ziemlich beträchtlich und die Färbung intensiv ist, denn er ist am Anatas überhaupt schwach und schwankt nur wenig von etwas helleren nach dunkleren Farbentönen, z. B. von gelb nach orangegelb. Die Doppelbrechung beobachtet man ebenfalls nur, wenn die Tafeln schief zum Objectglas gelagert sind, so dass die durchgehenden Lichtstrahlen die optische Axe schneiden. Bei geringer Abweichung von dieser, wie dies häufig der Fall ist, zeigen sich nur schwache Interferenzfarben, besonders ein milchiges blasses Blau, welches bei stärkerer Abweichung intensiver wird, aber niemals so stark leuchtet, wie bei Brookit.

Einschlüsse habe ich im Anatas nur sehr selten beobachtet. Die Krystalle sind meist von idealer Reinheit und zeigen da, wo der begleitende Zirkon voll von Einlagerungen ist, nicht die Spur davon. An den meist braunen Anatasen aus den Kieselhölzern findet man manchmal eine grosse Menge kleiner schwarzer Flecken von wenig scharfer Umgrenzung, welche bald ein-, bald auch nur aufgewachsen erscheinen. Da sich dieselben mit Säuren nicht entfernen lassen, so werden sie kaum etwas anderes sein, als kohlige Substanz, welche im Gestein selbst noch reichlich vorkommt. Ein einziges Mal habe ich im Anatas ein rothbraunes Körnchen gesehen, das von Rutil nicht zu unterscheiden war. Gasporen, Flüssigkeitseinschlüsse und Apatitnadeln fehlen dagegen dem Anatas gänzlich. Wo man solche Dinge zu sehen glaubt, sind es immer nur Beschädigungen oder Unregelmässigkeiten der Oberfläche der Krystalle, welche diesen Eindruck hervorbringen.

Grössenverhältnisse. Die Grösse der Anataskrystalle ist sehr wechselnd. Beim Schlämmen erhielt ich sie gewöhnlich in der Grösse von 0,02 bis 0,25 mm; doch kann man an den

Krystallgruppen oft noch viel kleinere sehen. Grössere Anataskrystalle habe ich dagegen nur sehr selten gefunden, und nur im Granit von Striegau kommen solche von 0,5—0,8mm Grösse vor. Die Dicke der Anataskrystalle ist ebenfalls sehr wechselnd und kann weit herabsinken. So fand ich Tafeln des Typus oP.P, welche bei einer Grösse von 0,1mm kaum 0,001mm dick waren.

Chemisches Verhalten. Das chemische Verhalten des Anatases ist dasselbe, wie das des Rutils und wurde bereits bei diesem angegeben. Zur sicheren Bestimmung des Anatases habe ich in einigen Fällen, in denen sich die Krystalle gut isoliren liessen, die Titansäure auf chemischem Wege nachgewiesen. So erhielt ich mit den aus den Schlämmungsrückständen des Granites von Striegau, des Staurolith-Gneisses von Glattbach und des Semionotussandsteins von Jobstgereuth bei Windsheim mittelst Lupe und Pinsel isolirten Anataskrystallen eine intensive Titansäurereaction in der Phosphorsalzperle. Noch genauer untersuchen konnte ich die durch Schlämmen isolirten, nur von Zirkon begleiteten Anatase aus einem Pinitoid vom Rand des körnigen Kalks bei Gailbach, sowie die aus Titanit entstehenden von Dürrmorsbach bei Aschaffenburg. Letztere ergeben ausser Titansäure noch Spuren von Eisen und Kalk, welche aus noch anhaftendem, nicht völlig zersetztem Titanit stammen. In einem Falle gelang es mir, auch das specifische Gewicht des Anatases annähernd zu bestimmen. Es war mir nämlich bei reichlichem Vorhandensein von Anatas, Zirkon und Rutil sehr häufig noch möglich, diese drei Mineralien durch Schlämmen theilweise von einander zu trennen. Dagegen war es mir unmöglich, bei der Untersuchung des Schaumkalkes von Erlabrunn bei Würzburg den Anatas von dem ihn in grosser Menge begleitenden Coelestin zu trennen, weil die specifischen Gewichte der beiden einander ziemlich gleich sind.

Verbreitung. Die Verbreitung des Anatases ist eine ganz enorme und nicht viel geringer als die des Zirkons und Rutils. Dagegen ist die Menge, in der er neben diesen Mineralien auftritt, meist beträchtlich kleiner. Ehe ich jedoch zu einer Schilderung der von mir beobachteten Verbreitung übergehe, wird es zweckmässig sein, das bis jetzt beobachtete Vorkommen des Anatases näher zu besprechen.

Bis in die letzte Zeit waren vom Anatas fast nur die Vorkommen der grossen, mit dem blossen Auge oder doch mit der

Lupe schon deutlich sichtbaren Krystalle bekannt. Man fand diese an vielen Orten der Schweiz, am Pfitscher Joche in Tyrol, an mehreren Orten in Rauris im Salzburgischen, am Zirmsee in Kärnthen, zu Schemnitz in Ungarn, bei Bourg d'Oisans in der Dauphiné, in Norwegen, bei Tavistock in Devonshire, in Tremadoc in Nord-Wales, in Cornwall, im Ural, in Brasilien, Nord-Carolina und in Neu-Süd-Wales in Australien, überall auf Klüften und in Drusen der älteren krystallinischen Gesteine, besonders der Granite, Gneisse und Glimmerschiefer, seltener der Hornblendegesteine, oder in den aus der Zertrümmerung dieser Gesteine hervorgegangenen Sanden und Geröllen. In Deutschland ist er meist nur in kleinen Krystallen gefunden worden. So fand ihn *Brücke* [1]) in Begleitung von Brookit in den Drusen des Granits vom grünen Busch bei Schwarzbach, östlich von Hirschberg, und *Klette* [2]) ebenso mit Brookit am Rabenstein bei Wolfshau, westlich von Schmiedeberg in Schlesien in bis 6 mm grossen Pyramiden. Aus dem Granite von Königshain in der Oberlausitz gibt ihn neuerdings *Woitschach* [3]) an. Im Gneisse des Spessarts hat ihn bereits *Kittel* [4]) am Gottelsberg und bei Stockstadt gefunden, und aus Sachsen beschrieb ihn *Knop* [5]) von den Klüften eines Hornblendeschiefers im Phyllit von Harthau bei Burkhardtsdorf. Auf den Klüften der Diabase hat man den Anatas schon an mehreren Orten beobachtet. So fand ihn *Schilling* [6]) in durchsichtigen gelblichbraunen Krystallen der Combination P.0P auf Klüften des dichten Diabases der Grube Obersteigerkopf zu Zorge und auf einer Kluftausfüllung im körnigen Diabas von Stammrode bei Harzgerode im Harz in gelblichbraunen Tafeln und grösseren schwärzlichbraunen Pyramiden. *Gümbel* [7]) gibt sein Vorkommen in einem Steinbruch im Feilitzschholz bei Hof in kleinen Pyramiden auf den Klüften eines Schalsteines an.

---

[1]) *G. Rose*, Zeitschr. d. deutch. geolog. Gesellsch. 1849. Bd. I. S. 81. *Roth*, Niederschlesische Gebirge 1867. S. 63.

[2]) *Klette*, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1875. 27. Bd. S. 442.

[3]) *Woitschach*, Abhandl. d. naturf. Gesellsch. z. Görlitz 17. Bd. S 141.

[4]) *Kittel*, Skizze der geognostischen Verhältnisse der Umgegend von Aschaffenburg, Programm des kgl. bayer. Lyceums zu Aschaffenburg 1840. S. 13.

[5]) *A. Knop*, Programm der kgl. Gewerbeschule zu Chemnitz 1856.

[6]) *Schilling*, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1869. 21. Bd. S. 703.

[7]) *Gümbel*, Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges S. 482.

In mikroskopischer Kleinheit fand *Laspeyres*[1]) den Anatas in den Drusen der Porphyre von Halle und *Diller*[2]) beobachtete ihn als Umwandlungsprodukt des Titanits im Biotitamphibolgranit der Troas, sowie als Umwandlungsprodukt des Titaneisens in dem erwähnten Schalstein vom Feilitzschholz bei Hof. Doch ist diese letztere Bildungsweise bereits vor ihm von *Neef*[3]) an zersetztem Titaneisen in einem bei Joachimsthal unweit Berlin gefundenen schwedischen Gabbrodioritgeschiebe gesehen worden. Zu den mikroskopischen Vorkommnissen des Anatases darf vielleicht auch noch das von *G. Spezia*[4]) im Gneiss von Baura im Ossolathale beobachtete gezählt werden, da die Kryställchen nur 0,25 mm gross sind, sowie das Vorkommen von Anatas in veränderten Rutilkrystallen von Vannes, welches *v. Lasaulx*[5]) beschrieben hat.

In Sedimentärgesteinen wurde der Anatas bis jetzt nur an vier Orten gefunden, nämlich von *Eddy*[6]) im Dolomit von Smithfield (Rhode Island) in Begleitung von Bergkrystall, Natrolith und Perlspath; von *Wöhler*[7]) in einem oolithischen Eisenerz aus der Steinkohlenformation von Cleveland in England in mikroskopischen Krystallen und zwar in ganz derselben Weise, wie ich ihn in so vielen Gesteinen fand, nämlich durch Auflösen des Eisenerzes in Salzsäure und Schlämmen des thonigsandigen Rückstandes; von *Gümbel*[8]) in der Grauwacke des Treppenberges bei Hof und von *de Koninck*[9]) in einem Thon von Nil-Saint-Vincent in bis 1,5 mm grossen graulichgelben Pyramiden.

Nachdem diese Arbeit bereits abgeschlossen war, lernte ich noch die Abhandlung von *Stelzner*[10]) kennen, in welcher die

---

1) *Laspeyres*, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1864. 16. Bd. S. 453.

2) *Diller*, N. Jahrb. f. Min. 1883. I. S. 187.

3) *Neef*, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1882. S. 487.

4) *G. Spezia:* Cenni geognostici e mineralogica sul Gneiss di Beura; Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino 1882. Vol. XVIII.

5) *v. Lasaulx*, Zeitschr. f. Krystallographie. VIII. Bd. S. 3.

6) *Eddy*, Bost. Soc. Nat. Hist. X. p. 94.

7) *Wöhler*, N. Jahrb. f. Min. 1868. S. 202.

8) *Gümbel*, Geogn. Beschreibung des Fichtelgebirges. S. 482.

9) *de Koninck*, Bull. de l'Acad. roy. de Belg. 1878; im Auszug Zeitschr. f. Krystallogr. 1880. IV. S. 112.

10) *Stelzner*, N. Jahrb. f. Min. 1884. I. S. 273.

bereits früher [1]) beschriebenen blauen Tafeln aus aufgelöstem Gneisse vom Ludwig-Schacht-Revier von Himmelfahrt-Fundgrube bei Freiberg als Anatas aufgeführt werden, welcher auch in kleinen Pyramiden im zersetzten Gneiss von Freibergsdorf von ihm angegeben wird; ferner eine Dissertation von *A. Schenk* [2]), welcher den Anatas auf Klüften des Bochtenbecker Diabases, sowie als Neubildung aus Titaneisen im Diabasporphyrit vom Tannenbergsthal beobachtete; endlich die Abhandlung des Herrn *v. Chrustschoff* im 2. Hefte von Tschermaks mineralogischen und petrographischen Mittheilungen für 1884. Die daselbst S. 176 in Fig. 7 abgebildeten Krystalle aus dem Granitporphyr von Beucha, für welche er es unentschieden lässt, ob sie für Rutil, Anatas oder Brookit zu halten seien, sind ächter Anatas, wie ich mich an einem Präparate überzeugen konnte, welches Herr *v. Chrustschoff* an Herrn Prof. *Sandberger* geschickt hat.

Aus der vorstehenden Uebersicht der bis jetzt bekannten Verbreitung des Anatases ergibt sich, dass derselbe wesentlich nur aus Klüften und Drusen der krystallinischen Gesteine bekannt war, während das Vorkommen in den Sedimentärgesteinen als Merkwürdigkeit gelten konnte. Der Anatas besitzt aber in Wirklichkeit eine viel grössere Verbreitung, und es wäre eigentlich nur zu verwundern, dass er bei den mikroskopischen Untersuchungen, die ja fast schon an jedem Gestein gemacht wurden, so sehr selten gefunden wurde, wenn diese mikroskopischen Untersuchungen eben nicht fast ausschliesslich an Dünnschliffen und an frischen krystallinischen Gesteinen vorgenommen worden wären. Der Anatas findet sich aber nicht in den frischen krystallinischen Gesteinen, sondern nur in den zersetzten und auch in diesen oft nur in geringer Menge, so dass er im Schliff kaum zu entdecken wäre. Bei Untersuchung der Schlammrückstände fand ich ihn aber in weiter Verbreitung in den zersetzten Graniten, Gneissen, Glimmerschiefern, Glimmerdioriten, Aschaffiten, Porphyren, Porphyriten und Basalten. Noch verbreiteter aber ist er in den Sedimentärgesteinen, theils neu gebildet, theils mit anderen Mineralien eingeschwemmt und zwar sowohl in den

---

[1]) *Stelzner*, Berg- und Hüttenm. Zeitung. 1883. S. 171.

[2]) *Schenk*, Die Diabase des oberen Ruhrthals, Bonn 1884. S. 25.

Sandsteinen, Mergeln und Schieferthonen, als auch in den fast reinen Kalken und Dolomiten. Ja ich möchte behaupten, dass man den Anatas bei sorgfältiger Untersuchung, die sich, wenn nöthig, auf mehrere Gesteinsproben ausdehnt, in jedem Sedimentärgesteine und in jedem bis zu einem gewissen Grade zersetzten krystallinischen Gesteine finden kann, oder statt seiner wenigstens Brookit, da die Titansäure fast in keinem Gesteine völlig fehlt.

Bildung. Die Bildung des Anatases hängt mit seiner Verbreitung innigst zusammen. Ich habe bereits angegeben, dass der Anatas nicht in den frischen krystallinischen Gesteinen vorkommt. *Nessig* [1]) und *Kollbeck* [2]) glauben ihn dagegen in den Granitporphyren und Quarzporphyren von Elba und in den Felsitporphyren des südöstlichen China als Primitivgebilde, d. h. beim Erstarren dieser Gesteine gebildet, gesehen zu haben. *Nessig* beschreibt ihn in 0,01—0,03 mm grossen gelblichen Pyramiden, von denen er im Ganzen vier beobachtete, während *Kollbeck* kaum mehr und nur 0,006 mm grosse gesehen hat. Winkelmessungen, sowie optische und chemische Untersuchungen wurden nicht gemacht oder waren nicht zu machen. Ich habe nun auch in mikroskopisch kleinen Titaniten aus Hornblendegesteinen von Hösbach und Steinbach bei Aschaffenburg neben reichlichen, runde, verzerrte und eckige Formen zeigenden Einschlüssen von Rutil einige kleine, gelb bis braun gefärbte und bis 0,03 mm grosse Pyramiden beobachtet, die dem Anatas sehr ähnlich sehen, möchte sie aber doch nicht mit Sicherheit dafür erklären. Man kann sich bei so kleinen Dingen, wenn chemische und optische Untersuchungen nicht mehr möglich sind, zu leicht täuschen. Was mich aber eigentlich veranlasst, an der Richtigkeit der Bestimmungen der Herren *Nessig* und *Kollbeck*, sowie an dem Vorkommen des Anatases als ursprünglichen Gemengtheils der Eruptivgesteine überhaupt zu zweifeln, sind Gründe, die im chemischen Verhalten des Anatases liegen. Erhitzt man nämlich den Anatas, so ändert er schon bei schwacher Glühhitze sein specifisches Gewicht in das des Brookits um und bei starker Glühhitze

---

[1]) *Nessig*, Die jüngeren Eruptivgesteine des mittleren Elba. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. u. Inaug.-Dissert. 1883. S. 109 u. 118.

[2]) *Kollbeck*, Porphyrgesteine des südöstlichen China. Inaug.-Dissertat. Berlin 1883. S. 20.

nehmen die beiden Mineralien bekanntlich das specifische Gewicht des Rutils an. Ferner erhält man bei den verschiedenen Methoden zur Darstellung der krystallisirten Titansäure[1]) den Anatas stets nur bei schwacher Glühhitze. So entsteht z. B. beim Glühen vom Titanfluorid oder Titanfluorkalium mit Wasserdämpfen der Anatas nur bei Temperaturen unter 860°, der Brookit zwischen 860° und 1040° und bei höheren Temperaturen bis zur Weissglühhitze nur der Rutil[2]). Bei hohen Temperaturen ist in einer feuchten und sauren Atmosphäre überhaupt nur der Rutil beständig. Wenn nun, wie daraus hervorgeht, die Titansäure in der Modification des Anatases nur bei niedrigeren Temperaturen zu existiren vermag, so kann sie auch nicht aus einem glühenden Schmelzflusse in dieser Form krystallisiren.

Viel eher als Anatas könnte deshalb Brookit in den Eruptivgesteinen als Gemengtheil zu finden sein, was aber ebenfalls unwahrscheinlich ist, während der Rutil die grösste Wahrscheinlichkeit für sich hat, und auch wirklich als primitiv gebildeter Gemengtheil in vielen Eruptivgesteinen vorkommt. Weit eher möglich wäre das Vorkommen des Anatases und Brookits als Gemengtheil der krystallinischen Schiefergesteine, wenn man dieselben als metamorphische oder auf hydatopyrogenem Wege bei nicht sehr hoher Temperatur gebildete Gesteine auffasst. Doch habe ich Anatas mit Ausnahme der beiden erwähnten zweifelhaften Fälle niemals im frischen Gesteine beobachtet.

Die Bildung des Anatases aus anderen Titanmineralien wurde bereits mehrfach beschrieben. Wie schon angegeben, haben *Neef*, *Diller* und *Schenk* den Anatas als Umwandlungsprodukt des Titaneisens in der früher als Leukoxen und Titanomorphit bezeichneten, neuerdings als Titanit erkannten weisslichen oder gelblichen Masse entdeckt, welche aus dem Titaneisen der Diabase und eines Gabbrodiorits entsteht. *Diller* hat ferner gefunden, dass der Anatas im zersetzten Biotitamphibolgranit von Tavaclee in der Troas sich aus Titanit bildet. Diese Bildung des Anatases aus Titanit habe auch ich und zwar schon vor vier Jahren in dem violeten Feldspathe beobachtet, welcher im Glimmerdiorit

---

[1]) Vergl. *Fuchs*, Die künstlichen Mineralien S. 88 ff. u. *Gmelin-Kraut* Anorg. Chemie VI. Aufl. II. 2. S. 4—8.

[2]) *Hautefeuille*, Compt. rend. 53. p. 161.

bei Dürrmorsbach im Spessart liegt [1]). Der Titanit bildet hier gelbe bis braune Krystalle und krystallinische Aggregate bis zu 5 cm Grösse, welche in vielen Fällen oberflächlich oder ganz in einen weissen bis hellgelben erdigen Körper verwandelt sind, der sich bei Oberbessenbach auch in schönen Pseudomorphosen nach Titanit findet, und jedenfalls dieselbe Substanz ist, welche schon *Tauber* (der Plauen'sche Grund bei Dresden, Nürnberg 1799) und später *Groth* [2]) als Umwandlungsprodukt des Titanits im Syenit des Plauen'schen Grundes beschrieben hat. An anderen Stellen aber, wo das ganze Gestein stärker verändert, der violete Feldspath ausgebleicht, der die Färbung desselben bedingende Mangangehalt als schwarze Mangandendriten auf den Klüften abgeschieden ist und in kleinen Drusen sich Pistazit und Thulit angesiedelt haben, findet man auch den Titanit stärker verändert und oft ganz oder theilweise verschwunden. An solchen Stellen findet man aber die Wände ausgekleidet mit kleinen, hellbraunen, diamantglänzenden Kryställchen, die in einzelnen Fällen mit Brauneisenstein verwachsen als ein feines Gitterwerk den Hohlraum noch theilweise oder ganz erfüllen, so dass sie eine ächte Pseudomorphose nach Titanit darstellen. Unter dem Mikroskop erweisen sich diese Kryställchen als dünne, oft sehr verzerrte, selten über 0,15 mm grosse, quadratische Tafeln, an denen man die Grundpyramide nur mit Mühe deutlich zu sehen vermag, so dass ich trotz des chemischen

---

1) Diese Einlagerung enthält reichlich Orthit, welchen Herr Prof. *Sandberger* in der Würzburger Naturwissenschaftlichen Zeitschrift Bd. VI. S. 43 bereits kurz beschrieben hat. Ich habe denselben wieder gefunden und chemisch näher untersucht und in ihm ausser Al, Fe, Ce, La, Di, SiO_2 und H_2O noch Ka, Na, Li, Ca, Sr, Y, Er, Th, Be, Mn, Cu, Pb, ferner in Spuren Cr und Bi, sowie beträchtliche Mengen Arsen nachweisen können, also eine Zahl von Elementen, wie sie selten in einem Minerale vorkommt. Das Arsen fand ich auch in dem in rhombischen Prismen und Pyramiden krystallisirten Gadolinit, der in einer ähnlichen Einlagerung im Glimmerdiorit von Strassbessenbach zusammen mit grossen Oligoklaszwillingen vorkommt. An dem zuerst genannten Orte bilden sich bei der Zersetzung des Orthits theils rothe, dichte Substanzen, theils braune ockerige Massen, schwarze Mangandendriten und zuletzt auch ein gelbes Pulver, welches sich in verdünnter Salzsäure ohne Brausen leicht löst, viel Ce, H_2O und etwas Fe enthält und jedenfalls ein bis jetzt in der Natur noch nicht beobachtetes Cerhydroxyd ist. An andern Stellen ist der Orthit von Pistazit umgeben, welcher aus ihm zu entstehen scheint.

2) *Groth*, N. Jahrb. f. Min. 1866. S. 48.

Nachweises der Titansäure sie erst im vorigen Jahre als Anatas zu bestimmen vermochte, nachdem ich denselben an anderen Orten in besseren ähnlichen Krystallen gefunden hatte. Diese Bildung des Anatases aus Titanit darf in vielen Fällen angenommen werden, da der Titanit in den zersetzten krystallinischen Gesteinen oft sehr selten ist, während er im frischen Gestein häufig vorkommt. Auch in den Sedimentärgesteinen mag dieser Process häufig stattgefunden haben, da der im Urgebirge so verbreitete Titanit in diesen nur sehr selten noch zu finden ist.

Diller gibt an, dass er in jedem Flöckchen Chlorit des schon öfters erwähnten Biotitamphibolgranits kleine Anataskryställchen gefunden habe. Da dieser Chlorit aus der Zersetzung des Glimmers und der Hornblende hervorgegangen ist, so wäre es auch möglich, dass sich der Anatas z. Thl. aus diesen Mineralien gebildet hat, welche ja fast stets Titansäure enthalten. Es wäre dies also eine Bildungsweise ganz ähnlich der des Rutils aus Glimmer, und *Stelzner*[1]) nimmt sie auch für das Vorkommen des Anatases bei Freiberg an. Ich habe bis jetzt in keinem zersetzten Glimmer Ausscheidungen von Anatas nachweisen können. Dagegen habe ich in einem Falle den Brookit unter solchen Umständen getroffen, dass seine Bildung aus Glimmer wahrscheinlich ist, und da der Rutil sehr häufig so vorkommt, so wird man auch den Anatas noch als Zersetzungsprodukt des Glimmers finden können.

Endlich kann auch der Rutil in Anatas umgewandelt werden, wie dies durch die Beobachtung von *v. Lasaulx*[2]) an Rutilkrystallen von Vannes wahrscheinlich gemacht worden ist.

Im Allgemeinen habe ich für die Bildung des Anatases folgende Beobachtungen gemacht. Der Anatas findet sich als Neubildung nicht bloss in den zersetzten krystallinischen Gesteinen, sondern auch in den Sedimentärgesteinen. Es geht dies mit Bestimmtheit daraus hervor, dass

1. der Anatas in vielen Sandsteinen in verhältnissmässig sehr grosser Menge vorkommt, die Krystalle dann meist wunderschön klar und scharf ausgebildet sind und dabei sehr dünne Tafeln und ganze Krystallgruppen bilden, welche nicht die geringste Abrollung zeigen, was bei der geringen

---

[1]) *Stelzner*, N. Jahrb. f. Min. 1884. I. S. 273.

[2]) *v. Lasaulx*, Zeitschr. f. Krystallographie. VIII. 1884. S. 73.

Härte des Anatases und nach einem langen Transport durch fliessendes Wasser kaum möglich wäre;

2. dass Kalke und Dolomite mit reichlichem Anatas oft nur sehr wenig eingeschwemmte Theilchen, namentlich nur wenig Zirkon, Rutil und Turmalin enthalten;
3. dass der Anatas in grosser Menge in Kieselhölzern vorkommt, welche keine Spur von Zirkon, Rutil u. s. w. enthalten, während sie in dem das Kieselholz einschliessenden Sandsteine sehr reichlich vorhanden sind, dem der Anatas dagegen fehlt;
4. dass die in den Sedimentärgesteinen neu gebildeten Anatase einen sehr übereinstimmenden Habitus und gleiche Farbe besitzen.

Wo der Anatas auf secundärer Lagerstätte vorkommt, ist er ebenso wie die begleitenden Mineralien stark abgerollt und zeigt verschiedenen Habitus und verschiedene Farbe. Man findet häufig Pyramiden und Tafeln des ersten Typus und Krystalle des zweiten neben einander, im Ganzen aber meist nur wenige Individuen. Ich war deshalb nur in wenigen Fällen zweifelhaft, ob der vorliegende Anatas sich auf primärer oder secundärer Lagerstätte befindet. Doch sind mir mehrere Vorkommen bekannt, in denen neben unzweifelhaft neugebildeten Anatasen auch abgerollte vorhanden sind, was übrigens sehr wohl möglich ist, da die Bildung neuer Anataskrystalle die Auflösung der bereits vorhandenen nicht voraussetzt.

Ausserdem konnte ich beobachten, dass der Anatas sich als Neubildung vorwiegend in solchen Sandsteinen findet, welche eine ziemliche Menge Kaolin oder Feldspath enthalten oder enthalten haben, wie z. B. Rothliegendes, Weissliegendes, Bunt-, Keuper- und Kreidesandsteine; dass ferner Kalksteine und Dolomite mit neugebildetem Anatas meist eine drusige oder poröse Beschaffenheit zeigen und ausserdem eine oft sehr grosse Menge ebenfalls neugebildeter Bergkrystalle von mikroskopischer Grösse (0,05—0,2 mm) enthalten. Diese durchweg säulenförmigen Bergkrystalle zeigen ∞R nebst + und —R und sind nicht selten parallel und senkrecht mit einander verwachsen. Sie finden sich auch in den erwähnten Anatas führenden Sandsteinen gewöhnlich und kommen selbst in den kaolinisirten Gneissen und Graniten und drusigen Porphyren in Begleitung des Ana-

tases nicht selten vor. In einzelnen Fällen, wie z. B. im Porphyrit von Waldböckelheim scheinen sie durch Tridymit ersetzt zu werden. Ferner sei erwähnt, dass, wo man früher Anatase in Klüften und Drusen der krystallinischen Gesteine fand, dieselben fast immer von Bergkrystallen begleitet waren.

Aus diesen Beobachtungen lässt sich schliessen, dass die Titansäure, aus welchem Minerale sie auch hervorging, durch alkalische Flüssigkeiten, die aus sich zersetzenden Feldspathen oder auch in selteneren Fällen aus Glimmer entstanden, zusammen mit Kieselsäure gelöst wurde und sich mit dieser in krystallisirter Form wieder abschied, als durch Kohlensäurezufuhr die Bildung von kohlensauren und doppelt kohlensauren Alkalien möglich wurde, welche die beiden Säuren nicht mehr in Lösung zu halten vermochten. Auch kann die Zersetzung der Lösung durch andere Salze, z. B. durch Gyps und Kohlensäure zugleich erfolgt sein, so dass sich gleichzeitig kohlensaurer Kalk abschied, in welchen der Anatas in der Schweiz nicht selten eingewachsen vorkommt. In vielen Fällen scheint sich der Quarz vor dem Anatas gebildet zu haben, da dieser demselben häufig aufsitzt; doch hat man in der Schweiz den Anatas auch im Bergkrystall gefunden. Sicher ist, dass der Anatas sich auch heutzutage bei gewöhnlicher Temperatur und unter gewöhnlichem Druck noch zu bilden vermag und dass es unnöthig ist, zu seiner Bildung die Mitwirkung von sauren und heissen Fumarolen anzunehmen.

3. Brookit.

Krystallform. Der Brookit erscheint als mikroskopisch kleiner Bestandtheil der zersetzten krystallinischen Gesteine und der Sedimentärgesteine stets in dünnen Tafeln, an welchen das makrodiagonale Flächenpaar $\infty\breve{P}\infty$ weitaus vorherrschend entwickelt ist, so dass die übrigen Krystallformen nur die Umrandung der Tafeln bilden. Von diesen ist besonders häufig das Prisma ∞P und die Pyramide $\breve{P}2$. Nicht selten und an manchen Vorkommnissen stets entwickelt sind $0P$ und $2\breve{P}\infty$; selten ist $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$. Die Figuren 23—29 zeigen die meisten der verschiedenen von mir beobachteten Formen des Brookits. Wie an den grossen Krystallen, so sind auch an diesen die Flächen $\infty\breve{P}\infty$ und ∞P vertical gestreift, manchmal nur ganz fein, so dass die Streifung nur mit Mühe zu sehen ist, wie z. B. an den kleinen Krystallen

aus dem Infraliassandstein von Burgpreppach, nicht selten aber auch so grob, dass die Krystalle nur an wenigen Stellen durchsichtig sind, wie z. B. die sonst schönen Krystalle von Striegau. Ganz ähnlich wie beim Anatas findet man auch beim Brookit die Krystalle häufig verzerrt, indem an vielen Stellen einer Tafel Krystallenden entwickelt sind, oder die Krystalle regelmässig seitlich oder parallel $\infty\breve{P}\infty$ oder auch unregelmässig zu strahligen Gruppen verwachsen, wie dies z. Thl. an den Figuren 23 und 24 zu sehen ist.

Die Brookittafeln sind meist durchsichtig, zeigen starken Diamantglanz und starkes Lichtbrechungsvermögen. Sie sind selten ganz farblos, viel seltener als dies beim Anatas der Fall ist, sondern meist gefärbt und zwar vorwiegend blassgelb bis intensiv gelb und orangegelb, oder auch hellbraun, in einigen Fällen auch blau und grünblau. Ebenso wie beim Anatas kommt auch hier an einzelnen Krystallen verschiedene Färbung vor. Besonders häufig erscheint der Rand der Krystalle bei 0P grünlichgrau, die Mitte dagegen farblos oder auch gelblich, seltener ist diese stärker gefärbt, z. B. blau und der Rand gegen die Prismenflächen zu blassgelb.

Einlagerungen sind beim Brookit sehr selten, nur einmal beobachtete ich an einem Krystall aus dem Zechsteindolomit von Grenzenberg bei Görisseiffen in Schlesien etwas derartiges. Derselbe war nämlich von 0P gegen die Mitte zu völlig klar, von den andern Seiten her dagegen trüb und zwar in regelmässigen, aber nicht scharfen Streifen parallel $\breve{P}2$, wie dies Fig. 25 zeigt. Die Trübung löste sich selbst bei starker Vergrösserung nicht in einzelne Theilchen auf.

Optische Eigenschaften. Sehr charakteristisch für den Brookit sind Pleochroismus und Polarisationserscheinungen, welche bei der gewöhnlichen Lagerung der Tafeln parallel zwischen Object- und Deckglas fast immer zu beobachten sind. Bei den gelben Krystallen zeigt sich, wenn die Hauptaxe dem untern Nicol parallel gerichtet ist, eine citronengelbe Färbung, eine orangegelbe dagegen, wenn sie senkrecht dazu steht. Auch bei den blauen und grünblauen Krystallen ist deutlicher Pleochroismus vorhanden. Im polarisirten Lichte löscht der Brookit bei gekreuzten Nicols meist parallel der Hauptaxe aus; in einzelnen Fällen habe ich aber auch sehr deutlich schiefe Auslöschung beobachtet. Bei schiefer

Stellung zeigt der Brookit ferner herrliche, intensiv leuchtende Interferenzfarben, unter denen ein tiefes, intensives Blau und Gelb oder Orangegelb besonders charakteristisch sind. Doch treten auch rothe und grüne Farben, sowie Uebergänge dieser in die vorigen nicht selten auf. Dieses Polarisationsverhalten, verbunden mit der Beobachtung des Pleochroismus und der Streifung gestattet den Brookit stets leicht und sicher von Anatas und Rutil, sowie von anderen Mineralien zu unterscheiden.

Chemisches Verhalten. In chemischer Beziehung verhält sich der Brookit wie Anatas und Rutil.

Verbreitung. Der Brookit galt bis jetzt für ein im Ganzen seltenes Mineral. Man fand ihn an mehreren Orten in der Schweiz, zu Oisans in der Dauphiné, in Tremadoc in Nord-Wales, in Cornwall, bei Miask im Ural, zu Magnet-Cove in Arkansas, in Nord-Carolina und in Neu-Süd-Wales; ferner bei Hirschberg und Schmiedeberg in Schlesien und am Pfitscher Joche in Tyrol, überall auf Klüften oder in Drusen der älteren krystallinischen Gesteine oder in den aus diesen hervorgegangenen Geröllen und Sanden. In vulkanischen Gesteinen hat man ihn angegeben bei Bianca villa und im Val del Bove am Aetna und bei Autun in Frankreich. Als Vorkommen in den sedimentären Gesteinen könnte das in den Bleierzgängen von Ellenville im Staate New-York gelten, da dieselben in silurischem Sandstein aufsetzen. Als Neubildung aus Titanit beschrieb ihn *A. Müller*[1]) aus einem Kalk von St. Philippe bei Markirch im Elsass.

In nur mikroskopisch kleinen Krystallen hat man den Brookit bis jetzt überhaupt nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Ich fand ihn aber in dieser Form in mehreren zersetzten Graniten und Gneissen, im Schutt einiger Porphyre und eines Dolerites. Sehr verbreitet ist er ferner in den Sedimentärgesteinen, in denen er aber meist auf secundärer Lagerstätte und stark abgerollt, selten als Neubildung vorkommt. Er ist im Ganzen seltener als Anatas und findet sich ebenso, wie an den Vorkommen der grossen Brookitkrystalle, gewöhnlich neben diesem. In den krystallinischen Gesteinen kommt er nur vor, wenn dieselben zersetzt sind, im frischen Gestein fehlt er.

---

[1]) *A. Müller*, N. Jahrb. f. Min. 1858. S. 820.

. Bildung. Diese ist bis jetzt nur einmal direct beobachtet worden, nämlich von *A. Müller* aus Titanit von St. Philippe bei Markirch im Elsass. Ich habe diese selbst nicht wieder gefunden, dagegen einmal, nämlich in einem in Zersetzung befindlichen, aber noch festen Quarzitschiefer von Huckelheim im Spessart in den hellgrünen, schwach chromhaltigen Glimmerblättchen mehrere regellos gruppirte hellbraune, kleine Brookittäfelchen eingelagert gesehen, welche vielleicht aus diesem bereits etwas zersetztem und wasserhaltigem Glimmer entstanden sind. In Begleitung dieses Glimmers und sehr oft in ihm findet man jedoch viele kleine Körner und Krystalle von rothbraunem Rutil, der nicht selten in eine hellgelbe, erdige Masse verändert ist, welche zwar keine Formen zeigt und die ich auch chemisch nicht näher zu bestimmen vermochte, die aber vielleicht eine Paramorphose des Rutils in Brookit darstellen könnte, da der Kalk im Gestein fast gänzlich fehlt und deshalb Titanitbildung nicht wahrscheinlich ist. Derselbe könnte aber aus dem in allernächster Nähe anstehenden Zechsteine zugeführt worden sein.

Im Uebrigen gilt für die Bildung des Brookits alles, was ich oben über die des Anatases gesagt habe.

4. Pseudobrookit.

Der Pseudobrookit ist ein erst seit 1878 bekanntes Mineral, welches von *A. Koch*[1]) in dem zersetzten drusigen Trachyte vom Aranyer Berge in Siebenbürgen in Begleitung von Tridymit, Szaboit und anderen Mineralien entdeckt und näher beschrieben wurde. Bald darauf fand ihn *Gonnard*[2]) in einem ähnlichen Trachyte von Riveau grand im Mont Dore in der Auvergne und *Lewis*[3]) im Spargelstein von Jumilla in Spanien. Ich habe ihn bis jetzt nur im zersetzten Basalt und Phonolith des Kreuzbergs in der Rhön gefunden, welche von Herrn Prof. *Sandberger* und mehreren Studirenden gelegentlich einer Excursion zu Pfingsten 1884 gesammelt und mir freundlichst zur Untersuchung überlassen wurden.

---

1) *A. Koch* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1878. S 78 u. 344 u. ff.

2) *v. Lasaulx* in Jahresber. d. schlesisch. Ges. f. vaterl. Cultur 1879. S. 176.

3) *Lewis* Proceedings of the crystallological society II p. 108 f. Zeitschr. f. Kryst. 1883. VII. S. 181.

Krystallform. Der Pseudobrookit bildet rhombische Tafeln mit vorherrschendem $\infty\breve{P}\infty$, welche wesentlich von den Flächen ∞P und $\breve{P}\infty$ begrenzt sind. Die Krystalle sind schwarz, stark glänzend und nur an den dünnsten Stellen mit rothbrauner Farbe durchscheinend. Ganz dasselbe beobachtete ich an den Pseudobrookiten vom Kreuzberg; nur sind die Tafeln bedeutend kleiner, indem die grössten, welche ich sah, nur 0,2mm lang und 0,1mm breit waren, so dass sie nur unter dem Mikroskop zu entdecken sind. Bei dieser geringen Grösse sind sie natürlich auch entsprechend dünn und deshalb alle durchsichtig oder doch noch mit tief rothbrauner Farbe durchscheinend. Sie stimmen in ihrem ganzen Habitus, Farbe, Lichtbrechung u. s. w. so vollkommen mit denen der Würzburger Sammlung vom Aranyer Berge und vom Mont Dore überein, dass ich an der Identität der beiden Mineralien keinen Zweifel habe. An den Krystallen vom Kreuzberg ist stets $\infty\bar{P}\infty$ vorherrschend entwickelt und ∞P und $\breve{P}\infty$ immer vorhanden, so dass die in Fig. 30 abgebildete Form die gewöhnliche ist. Ausser diesen drei Arten von Flächen tritt sehr häufig, meist untergeordnet, aber hier und da gegen $\bar{P}\infty$ überwiegend, noch eine Pyramide auf, deren stumpfe Polkante mit der Prismenkante einen Winkel von etwa 110° bildet und vielleicht die von *Koch* beschriebene, aber an den Krystallen vom Aranyer Berge nur sehr untergeordnet entwickelte Pyramide P6 ist (Fig. 31). Selten, sehr untergeordnet und weniger sicher habe ich die Flächen $e = \frac{1}{3}P\infty$, $l = \infty\breve{P}2$ und $b = \infty\breve{P}\infty$ beobachtet. Die Fläche $\infty\breve{P}\infty$ ist gewöhnlich parallel den Prismenkanten gestreift, doch habe ich diese Streifung manchmal auch nicht gesehen. Spaltbarkeit parallel $\infty\breve{P}\infty$ ist deutlich zu beobachten. Die Krystalle sind scharf, aber nicht allseitig ausgebildet, sondern an einem Ende gewöhnlich beschädigt.

Farbe und optisches Verhalten. Unter dem Mikroskop zeigt der Pseudobrookit bei abgeblendetem Unterlichte metallartigen Diamantglanz; bei durchfallendem Lichte ist er mit gelbbrauner oder rothbrauner Farbe durchsichtig, dicke Kryställchen erscheinen fast schwarz. Der Pseudobrookit zeigt sehr deutlichen, aber schwachen Pleochroismus und im polarisirten Lichte stark leuchtende, jedoch nicht sehr verschiedene Farben, von denen besonders Braunroth und ein dunkles Grünlichgelb charakteristisch sind. Dieses Polarisationsverhalten

gestattet, den Pseudobrookit leicht vom ächten Brookit zu unterscheiden.

Chemisches Verhalten. Der Pseudobrookit besteht nach der Analyse des Herrn *Koch* aus 52,74% TiO_2, 42,29% Fe_2O_3 mit Spuren von Al_2O_3, 4,28% CaO und MgO und verliert beim Glühen 0,70% an seinem Gewicht. Es ist mir nicht gelungen, an dem Pseudobrookit vom Kreuzberg diese Zusammensetzung nachzuweisen, da es mir nicht möglich war, ihn von dem begleitenden Zirkon, Rutil und Picotit zu trennen. Doch habe ich gefunden, dass er von Salzsäure nicht und von Flusssäure nur wenig angegriffen wird.

Verbreitung. Am reichlichsten habe ich den Pseudobrookit in brauner Erde gefunden, welche auf dem Kreuzberg durch Verwitterung des festen, massigen, nicht porösen Nephelinbasaltes entsteht; seltener ist er in einem rothbraunen Basalttuff, und noch seltener beobachtete ich ihn im Schutt des Phonoliths vom Käuling.

Bildung. Die Bildung des Pseudobrookits scheint ähnlich wie die des Anatases in den zersetzten Porphyren und Basalten stattgefunden zu haben. Ich schliesse dies daraus, dass die Pseudobrookitkrystalle gegenüber dem gleichzeitig mitvorkommenden Zirkon und Rutil sehr scharf ausgebildet sind und in dem frischen Gesteine zu fehlen scheinen; wenigstens habe ich sie in einigen untersuchten Schliffen nicht finden können. Ausserdem sind die Krystalle an einem Ende abgebrochen und deshalb jedenfalls in kleinen Drusen gebildet worden. Da sie sich ferner in der Basalterde finden, welche sich heutzutage noch unter gewöhnlichen Witterungs-Verhältnissen aus dem festen Basalte bildet, so möchte ich glauben, dass sie auch gegenwärtig noch am Kreuzberge entstehen können und dass deshalb zur Erklärung ihrer Bildung, wenigstens in diesem Falle, die Annahme von Fumarolen unnöthig ist, wie dies *Koch*[1]) für den Pseudobrookit des Aranyer Berges annimmt.

Ueber die den Zirkon und Rutil begleitenden Mineralien.

Hier habe ich nur denjenigen Mineralien eine nähere Betrachtung gewidmet, welche sonst gewöhnlich zu den accessorischen gezählt werden und deren Verbreitung, besonders in

[1]) *A. Koch* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1878. S. 361.

den Sedimentärgesteinen bis jetzt nicht vollständig bekannt war. Da ich der Charakteristik dieser bereits Eingangs aufgezählten Mineralien nur wenig hinzuzufügen habe, so kann ich mich auch wesentlich auf die Schilderung dieser Verbreitung beschränken.

Die Feldspathe kennt man seit langer Zeit in weitester Verbreitung in den Sedimentärgesteinen; doch hat es mich gefreut, in dem kalkigsandigen Steinkern einer Helix von Aix auch noch Mikroklin entdecken zu können. Die Glimmer, besonders helle, sowie chloritische Körper sind ebenfalls in den Sedimentärgesteinen weit verbreitet. Dunkle Glimmer kommen besonders in den Keupersandsteinen häufig vor. Die Hornblende ist gegenüber ihrer weiten Verbreitung in den krystallinischen Gesteinen in den Sedimentärgesteinen selten, da sie durch die Atmosphärilien sehr leicht zersetzt wird. Den Augit fand ich reichlich in dem weissen Kalkschiefer mit Pupa nördlingensis Kl., welcher am Fuss des aus Nephelinbasalt bestehenden Höwenegg im Höhgau über Basalttuff lagert.

5. Turmalin.

Der Turmalin ist wegen seines auffallenden optischen Verhaltens ein sehr leicht erkennbares Mineral und deshalb nicht blos in den krystallinischen, sondern auch in den Sedimentärgesteinen bereits in weiter Verbreitung bekannt. *Sorby*[1]) benutzt das Vorkommen desselben in den Sanden sogar als Kriterium für die Abstammung derselben aus Graniten. Doch findet man den Turmalin auch sehr verbreitet in den Gneissen, Glimmerschiefern, Phylliten und Thonschiefern, so dass er auch aus diesen den Sedimentärgesteinen zugeführt werden konnte.

Im Allgemeinen habe ich gefunden, dass der Turmalin der Granite unter dem Mikroskop mit brauner und blauer Farbe durchsichtig ist, während der Turmalin der schiefrigen Gneisse, z. B. des Staurolith-Gneisses im Spessart, eine hellviolete Farbe zeigt, welche sich bei dichroskopischer Untersuchung in dunkelgrüngrau und grünbraun ändert. Der Turmalin der Quarzitschiefer, Phyllite und Thonschiefer zeigt dagegen wieder vorwiegend braune oder auch grünbraune und grüne Färbungen. Eine kurze Besprechung verdienen vielleicht die Einschlüsse im

---

[1]) *Sorby*, on the microscopical characters of sands and clays. The Monthley microscopical Journal 1877.

Turmalin. In den Quarzitschiefern des Spessarts fand ich viele kleine, braune Turmaline, welche reichlich schwarze Körnchen, Magneteisen oder Graphit, einschliessen. Die kleinen, meist sehr reichlich vorhandenen Turmaline des Spessarter Staurolith-Gneisses zeigen ohne Ausnahme in ihrer Mitte einen manchmal die Hälfte der Krystalle einnehmenden rundlichen Kern, welcher sich von der sonst klaren Masse nur durch eine leichte Trübung unterscheidet. Während aber der Turmalin sonst frei ist von Einschlüssen, enthält dieser Kern fast immer solche. Es sind dies farblose, theils rundliche, theils die äussere Form der Turmaline nachahmende, schwächer oder stärker lichtbrechende Körnchen und Kryställchen, welche meist parallel der Hauptaxe eingelagert sind und zum Theil dem Apatit oder Quarz, zum Theil dem Zirkon zugehören dürften. Ausser diesen findet man in dem Kern dieser Turmaline häufig noch kleine Körnchen von Magneteisen. Rutil habe ich in einem Turmalinkrystall aus einem Kohlensandstein von Asbignon im Canton Wallis in einem 0,06 mm langen Säulchen beobachtet.

Ausser in den obengenannten Gesteinen habe ich den Turmalin auch in mehreren Eruptivgesteinen gefunden, in denen er jedoch im Ganzen selten zu sein scheint. So fand ich ihn im Schutt der Aschaffite des Spessarts s., des Quarzporphyrs von Wagenberg bei Weinheim [1]) n. s., desselben Gesteins von Sailauf im Spessart h., des Dolerits vom Hopfenberg bei Schwarzenfels s. und des Basalts von Hasselbach bei Weilburg und vom Kreuzberg s., überall in braunen, im Dolerit von Schwarzenfels auch in blauen Säulchen, an denen ich nur im Porphyr von Sailauf eine deutliche Endigung durch Rhomboëderflächen beobachten konnte.

In den Sedimentärgesteinen findet sich der Turmalin meist mehr oder weniger abgerollt, nicht selten aber auch in ganz scharfen, an beiden Enden ausgebildeten Krystallen, an denen aber nur selten Hemimorphismus zu beobachten ist. Gewöhnlich findet man ihn hier von sehr abweichendem Habitus und verschiedener Farbe nebeneinander, was auf die Abstammung des Sedimentärgesteins aus mehreren krystallinischen Gesteinen schliessen lässt. Bis jetzt war der Turmalin als Bestandtheil der Sedimentärgesteine nur aus Sandsteinen und Sanden bekannt;

1) Von hier wird er bereits von *Cohen* angegeben.

ich fand ihn aber auch in den Kalksteinen und Mergeln fast ebenso verbreitet wie den Zirkon, so z. B. in fast allen Kalksteinen und Mergeln der Trias bei Würzburg, in der weissen Schreibekreide der Champagne und selbst noch im lithographischen Schiefer von Solenhofen in einem 0,025 mm langen und 0,013 mm breiten Säulchen.

Der Turmalin ist in den Eruptivgesteinen, Graniten, Gneissen, Glimmerschiefern, Phylliten und Thonschiefern jedenfalls bei der Bildung dieser Gesteine entstanden und nur die Vorkommnisse auf Klüften und in Drusen derselben sind später und vielleicht aus der Zersetzung der ersteren hervorgegangen. Auch im Cipollin von Saillon im Canton Wallis habe ich den Turmalin von so übereinstimmender Form und Farbe gefunden, dass ich ihn als Neubildung in diesem Gestein betrachte. Dagegen kann ich ihn in den nichtkrystallinischen Sedimentärgesteinen nicht für neugebildet halten, wie dies von *Wichmann*[1]) geschieht, da er in diesen meist stark abgerollt ist.

6. Granat.

Der Granat ist in den krystallinischen Gesteinen, besonders in den Graniten, Gneissen, Glimmerschiefern und den diesen eingelagerten Gesteinen, sowie in vielen Eruptivgesteinen sehr verbreitet. In den letzteren habe ich ihn öfters gefunden, so z. B. im Prophyr von Sailauf und vom Wagenberg bei Weinheim, im Doleritschutt von Schwarzenfels und im Basalt vom Dammersfeld in der Rhön und von Hasselbach bei Weilburg. In den Sedimentärgesteinen ist er ebenso verbreitet wie der Turmalin, doch wechselt seine Menge ähnlich wie in den krystallinischen Gesteinen sehr beträchtlich; bald ist er nur in Spuren, bald in grosser Menge vorhanden. Er bildet stets farblose bis blassrothe, selten stärker gefärbte Körnchen, welche auch in den Sedimentärgesteinen sehr häufig noch scharfe Krystallflächen zeigen. Er schliesst öfters Quarz und an manchen Vorkommnissen (auch in den Sedimentärgesteinen) reichlich Rutil, seltener Zirkon ein. In den nichtkrystallinischen Sedimentärgesteinen ist er jedenfalls eingeschwemmt.

---

[1]) *Wichmann*, N. Jahrb. f. Min. 1880. II. S. 294; ferner in „Sammlungen des geologischen Reichs-Museums in Leyden", Bd. II. 1884. S. 83.

7. Staurolith.

Der Staurolith ist unter dem Mikroskop mit honigbrauner Farbe durchsichtig, zeigt starken Pleochroismus und im polarisirten Lichte vorwiegend blaue und rothbraune Interferenzfarben. Von Salzsäure wird er gar nicht und von Flusssäure, wenn er nicht als sehr feines Pulver vorliegt, fast ebensowenig angegriffen, so dass er sich aus den Schlämmrückständen zusammen mit Zirkon und Rutil leicht isoliren lässt. Der Staurolith findet sich in den krystallinischen Gesteinen weit weniger verbreitet, als Turmalin und Granat. Als Bestandtheil eines Pegmatits wurde er bis jetzt nur von *Brush* und *Dana* von Branchville in Connecticut angegeben. Ich fand ihn aber auch in dem Schutt des Granits von Steinbach bei Fürth im Odenwald, von der Windeck bei Weinheim und von Görlitz, an allen drei Orten aber nur als Seltenheit. Das Hauptverbreitungsgebiet des Stauroliths sind die oberen zweiglimmerigen schiefrigen Gneisse und Glimmerschiefer, in denen er, wie z. B. im Spessart, oft in grosser Menge enthalten ist. Da er den Härtegrad 7—7,5 besitzt und gegen die Atmosphärilien ziemlich widerstandsfähig ist [1]), so ist auch seine weite Verbreitung in den Sedimentärgesteinen möglich, in denen er bisher noch gar nicht nachgewiesen worden war. Die Verbreitung in den Sedimentärgesteinen ist jedoch sehr eigenthümlich, denn da der Staurolith in vielen Urgebirgsgebieten gänzlich fehlt, in anderen sehr häufig ist, so muss er auch in den daraus entstan-

---

[1]) Ich habe bei Glattbach im Spessart die Krystalle des Stauroliths öfters in eine weisse bis hellgraue, weiche Masse verwandelt gefunden, welche vor dem Löthrohr leicht zu einem weissen blasigen Glase schmilzt und wesentlich aus Kali, Thonerde, Kieselsäure, Wasser und etwas Eisen besteht, also ein Pinitoid-Körper ist. Ein anderer Theil der Krystalle zeigte sich in ein Haufwerk kleiner weisser Kaliglimmerblättchen verwandelt, wie dies in ähnlicher Weise bereits von *Pichler* (N. Jahrb. f. Min. 1871. S. 55.) in Tyrol beobachtet worden ist. Die Umwandlung geht von Sprüngen oder von einem Ende der Krystalle aus und findet sich in allen Stadien vor. Es wird also wesentlich das Eisen, dessen Ueberreste die Masse oft noch rothbraun färben, ausgelaugt und Wasser und Kali — aus verwittertem Feldspathe — zugeführt. Auf den Klüften und Sprüngen des Spessarter Stauroliths habe ich ferner sehr häufig kleine gelbbraune, wasserhaltige Glimmerblättchen beobachtet, die ebenfalls aus dem Staurolith zu entstehen scheinen, wie dies von *Rosenbusch* (Mikroskop. Physiogr. d. Min. S. 251) auf mikroskopischem Wege bereits gefunden wurde.

denen Sedimentärgesteinen bald sehr häufig sein, bald gänzlich fehlen. Das ist denn auch wirklich der Fall, und ist der Staurolith mehr als irgend ein anderes Mineral geeignet, einen Schluss auf die Abstammung eines Sedimentärgesteines zu gestatten.

Bis jetzt fand ich den Staurolith in den Sedimentärgesteinen nur in kleinen rundlichen, selten bis 0,5 mm grossen Körnern, die auch im Staurolith-Gneiss des Spessarts sehr häufig sind, während die Krystalle in ihrer Grösse selten bis auf 0,1—0 3 mm herabsinken. Auch in den Sedimentärgesteinen zeigt er noch häufig Einschlüsse von Quarz und Magneteisen.

Besonders häufig fand ich den Staurolith in dem bekannten Kreidetuff von Mastricht, sowie in den Tertiärgesteinen des Pariser Beckens, nämlich im Grobkalk von Vaugirard und im untereocänen Meeressand von Châlons sur Vesle, selten im Meeressand von Bergh in Belgien. Sehr reichlich ist er in den Gesteinen der süddeutsch-schweizerischen Molasse enthalten. So fand ich ihn besonders häufig im Kalk mit Carinifex multiformis von Steinheim, in dem grünlichgrauen Sandstein der mittleren Kirchberger Schichten von Hüttisheim, in der kalkigen und grobsandigen Meeresmolasse von Zimmerholz bei Engen und nicht selten in dem Molassesandstein mit Pecten solarium von St. Gallen. Seltener ist er schon in der oberen sandigen Süsswassermolasse des Cantons Freiburg, sowie im Kalk des Valanginien von St. Croix. Es ist daher eine Strömung aus den Alpen zur Zeit der Bildung dieser Gesteine sehr wahrscheinlich.[1]) — Sehr häufig fand ich ihn wieder in bis 0,5 mm grossen Körnern eines grobsandigen kalkigen tertiären Sandsteins von Figanières in Dep. Var und in einem Steinkern einer grossen Helix von Aix, in beiden Fällen begleitet von sehr viel Granat.

In allen übrigen von mir untersuchten Sedimentärgesteinen hat sich der Staurolith bis jetzt nur in geringer Menge nachweisen lassen; doch ergaben sich auch hieraus schon sehr interessante Resultate. So fand ich ihn, wenn auch selten bis sehr selten, in fast allen Sedimentärgesteinen Schlesiens, im Zechstein, Buntsandstein, Muschelkalk und gar nicht so selten in fast allen untersuchten Kreidesandsteinen. Sehr interessant ist seine Verbreitung in Franken. Er fehlt nämlich in den Leberschiefern,

---

[1]) Vergl. *Sandberger* Land- und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt S. 359 u. a. a. O.

im Buntsandstein und im Röth ebenso wie im Buntsandstein des Schwarzwalds und Odenwalds vollständig, tritt aber schon im Muschelkalk in allen Bänken auf, welche wieder reichlicher eingeschwemmtes Material enthalten, wie z. B. die Mergel mit Myophoria orbicularis und die Schieferthone in der Region der Myoph. vulgaris und in der des Ceratites nodosus. In der Lettenkohlengruppe ist er sehr verbreitet; selten im blauen Dolomit, in den Schieferthonen und im weissgrauen Anoplophoraschiefer, gar nicht selten aber in dem schwach sandigen Glaukonitkalk, sowie im Anoplophora und Lettenkohlenhauptsandstein. Im unteren und mittleren Keuper habe ich ihn dagegen nicht gefunden, auch im Schilfsandstein nicht; dagegen ist er nicht selten im Semionotus- und Stubensandstein, fehlt aber wieder gänzlich im Infraliassandstein. Im Sandstein des braunen Jura von Treuchtlingen ist er aber wieder deutlich enthalten. Es scheint also die Richtung der Strömungen, welche den Schutt älterer Gesteine in die der Trias und des Jura brachten, während dieser Periode eine recht verschiedene gewesen zu sein, wie dies auch schon aus anderen Gründen wahrscheinlich geworden ist. Auch die Verbreitung des Staurolithe in den pleistocänen und alluvialen Mainsanden ist von hohem Interesse Er ist nämlich in allen Mainsanden selten, welche oberhalb Aschaffenburg liegen. Von dieser Stadt an abwärts wird er aber durch Einschwemmungen aus dem an Staurolith reichen Urgebirge des Spessarts überall häufig, so dass ich ihn in den Sanden von Seligenstadt, Steinheim, Offenbach und Mosbach in verhältnissmässig grosser Menge gefunden habe. Auch der Löss zeigt dasselbe Verhalten; bei Würzburg enthält er nur Spuren, bei Hörstein und Wasserlos ziemlich beträchtliche Mengen von Staurolith. Auch der Turmalin scheint in den Sanden unterhalb Aschaffenburg etwas reichlicher vorhanden zu sein, während Zirkon, Rutil und Granat eine Aenderung ihrer relativen Menge nicht bemerken lassen. Ganz ähnlich den Mainsanden verhalten sich die Sande der Kinzig, die hauptsächlich aus Buntsandstein entstehen und deshalb oberhalb Gelnhausen keinen Staurolith führen. Die Nähe des Spessarter Urgebirges scheint endlich auch die Ursache des Vorkommens von Staurolith in den Tertiärgesteinen des Mainzer Beckens zu sein. So fand ich ihn nicht selten im Septarienthon von Flörsheim, selten dagegen im Landschnecken- und Cerithienkalk von Hochheim und im Hydrobienkalk von Bieber bei Frankfurt und Wiesbaden.

Als ein entfernteres Vorkommen kann ich das im Wüstensand der Saharah anführen, in welchem der Staurolith gar nicht selten ist.

Interessant ist ferner noch das Vorkommen seltener Staurolithkörnchen im Basalt von Naurod bei Wiesbaden, der durch seinen Reichthum an eingeschlossenen Urgebirgs-Gesteinen und Mineralien so bekannt geworden ist.[1]) Ich fand sie darin beim Zersetzen des Gesteins mit Salzsäure und Flusssäure in Begleitung von Picotit und seltenen Körnchen von Zirkon.

8. Glaukophan.

Den Glaukophan habe ich nur einigemale und stets als grosse Seltenheit beobachtet, nämlich im Schutt des Quarzporphyrs von Sailauf, des Granits von Görlitz und von Steinbach bei Fürth im Odenwald und im Staurolith-Gneiss von Steinbach bei Aschaffenburg; ferner im Turon-Mergel vom Hospitalberg bei Löwenberg und im Septarienthon von Flörsheim bei Frankfurt a/M. Sein starker Pleochroismus mit blauen und violeten Farben, seine säulenförmige Ausbildung und oft deutliche prismatische Spaltbarkeit lassen ihn leicht und sicher erkennen.

9. Picotit.

Das Vorkommen dieses Minerals in den Sedimentärgesteinen hat mich in hohem Grade überrascht, da es als Primitivgebilde nur auf wenige krystallinische Gesteine beschränkt zu sein scheint. In diesen findet es sich hauptsächlich in zwei Formen, nämlich theils in rundlichen Körnern und selteneren Krystallen, welche, wenn sie nicht zu dick sind, unter dem Mikroskop mit brauner Farbe durchscheinen, und theils in schwarzen Octaëdern, welche selbst an den dünnsten Stellen undurchsichtig bleiben. In der ersteren Form findet er sich besonders häufig in dem dem Urgebirge eingelagerten Olivinfels und in den Basalten; in der anderen fand ich ihn im Palaeopikrit von Wallenfels bei Dillenburg[2]) und in einem zersetzten Melaphyr von Treisa bei Darmstadt. Der Picotit ist leicht kenntlich durch seine Unlöslichkeit in Salzsäure und Flusssäure, seinen hohen Chromgehalt und bei

---

[1]) *Sandberger.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1883, S. 32 ff.
[2]) *Sandberger.* N. Jahrb. f. Min. 1866. S. 393.

der braundurchsichtigen Form durch einfache Lichtbrechung. In den Sedimentärgesteinen fand ich ihn bis jetzt nur in letzterer Form.

In sehr grosser Menge fand ich den Picotit bis jetzt nur in einem kalkigen feinkörnigen grünlichgrauen Sandstein der Gosau-Schichten vom Mattekopf bei Imst in Tyrol in Begleitung von Zirkon, Rutil, Granat und seltenem Staurolith, so dass er sich mit Säuren leicht isoliren und in der Perle auf Chrom prüfen liess. Häufig fand ich ihn ferner in einem sandigen Septarienthon von Flörsheim, aus dem ich ihn ebenfalls isoliren und untersuchen konnte; seltener ist er dagegen im gewöhnlichen Septarienthon dieses Ortes. Höchst merkwürdig aber ist sein Vorkommen in der Lettenkohlengruppe bei Würzburg, in der er, wenn auch selten, in allen Bänken enthalten ist. Ich vermochte ihn hier nicht mehr zu isoliren, da seine Menge zu gering ist, aber die braune Farbe, die einfache Lichtbrechung und seine Unlöslichkeit in Salzsäure und Flusssäure schienen mir genügend sichere Merkmale. Sonst habe ich ihn bis jetzt nicht weiter verbreitet gefunden.

10. Spinell.

Denselben fand ich in grünblauen und farblosen Octaëdern beim Auflösen und Schlämmen der körnigen Kalke von Schweinheim, Gailbach und Grünmorsbach im Spessart, begleitet von viel Phlogopit, etwas Zirkon und Rutil. In Sedimentärgesteinen habe ich ihn niemals gesehen. Dagegen fand ich im Phonolithtuff von Schackau in der Rhön ziemlich häufig durchsichtige, gelbe bis orangegelbe, stark lichtbrechende, scharf ausgebildete Octaëder, welche das Licht einfach brechen und in Säuren, auch in Flusssäure, unlöslich sind. Sie gehören einem Spinellkörper an, welchen Herr Prof. *Sandberger* als Rubicell[1]) bestimmte.

11. Magnetit.

Derselbe fehlt wohl in fast keinem krystallinischen Gesteine und ist auch in den meisten Sedimentärgesteinen enthalten, in denen er nicht selten noch scharfe Octaëder zeigt. In einigen Fällen habe ich ihn isolirt und Titansäure darin gefunden.

---

[1]) *Dana*, System of Mineralogy V^the^ edition S. 147.

12. Zinnstein.

Derselbe findet sich in kaffeebraunen Körnern und Krystallen reichlich im Schutt des Lithionitgranites von Eibenstock in Sachsen und im Schutt desselben Gesteins am Rudolfstein und an der Farnleite bei Wunsiedel im Fichtelgebirge. In vielen schlesischen Sedimentärgesteinen, z. B. im Rothliegenden, im Muschelkalk und in den Kreide-Mergeln und -Sandsteinen der Gegend von Löwenberg, fand ich neben dem typischen Rutil von gelbbrauner und rothbrauner Farbe auch Körnchen und Krystalle, welche sich durch kaffeebraune Färbung und stärkeren Pleochroismus von diesem unterscheiden und dem Zinnstein ähnlicher sehen. Auch im Mainsand von Würzburg fand ich solche stark lichtbrechende braune Körnchen. Allein es gelang mir nicht, in dem Schlämmrückstande, in welchem diese Körnchen enthalten waren, auf chemischem Wege Zinn nachzuweisen, so dass ich sie nicht sicher als Zinnstein zu deuten vermag.

13. Apatit.

Apatit scheint in jedem krystallinischen Gesteine vorzukommen und ist auch in den Sedimentärgesteinen in rundlichen Körnern sowie abgerundeten Krystallen sehr verbreitet und besonders in solchen häufig, welche nicht sehr weit von ihrem Ursprungsorte entfernt liegen, wie z. B. Roth- und Weissliegendes. Aber auch in den pleistocänen und alluvialen Mainsanden und im Löss habe ich ihn mikroskopisch noch deutlich nachweisen können. Er ist leicht kenntlich an seinem Polarisationsverhalten und seiner Löslichkeit in verdünnten Säuren.

14. Axinit.

Dieses Mineral fand ich im Schutt des Granits von Görlitz [1]) in einem kleinen, stark lichtbrechenden, hell violeten, kaum pleochroitischen Krystall, welcher sehr scharfe Krystallflächen zeigte. Dieselben wären nach *Schrauf*'scher Aufstellung etwa zu deuten als r = ′P, vorherrschend, p = 0P, u = P′, ziemlich stark entwickelt, und l = $\frac{1}{2}$P′, v = ∞P′, z = 2′P und x = $\frac{1}{3}$′P, welche untergeordnet auftreten.

---

[1]) Derselbe wurde von Hrn. Dr. *Zeitzschel* gesammelt und an Hrn. Prof. *Sandberger* gesendet.

15. Kaliglimmer.

Da bereits oben der weiten Verbreitung des Glimmers gedacht wurde, so möchte es auffallend scheinen, dass ich ihn hier noch speciell anführe. Es rührt dies daher, dass er auch in einer Form auftritt, an der die Natur des Glimmers nicht sofort erkennbar ist. Es sind dies nämlich hellgelbe, schwach pleochroitische, stark lichtbrechende Körnchen oder abgerundete Kryställchen von regelmässig rhombischer oder sechseckiger Gestalt, welche meist etwas tafelförmig entwickelt und klar, seltener trübe, aber öfters rissig sind. Dieselben hat, wie es scheint, auch *Klemm*[1]) beobachtet und als Titanit gedeutet, wofür auch ich sie zuerst gehalten habe. Allein es ist mir trotz mehrerer Versuche nicht gelungen, darin Titansäure nachzuweisen, wohl aber fand ich Kali, Thonerde und Kieselsäure. Auch das Polarisationsverhalten weicht sehr von dem des Titanits ab, stimmt aber sehr gut mit dem des Kaliglimmers überein, mit welchem diese Körnchen wohl zu identificiren sind. Auch die sehr vollkommene basische Spaltbarkeit spricht für Glimmer.

Es findet sich diese Form des Kaliglimmers im Schutt der meisten krystallinischen Urgebirgsgesteine und auch der Porphyre, ferner in fast allen Sandsteinen und auch noch in den Mergeln und Kalksteinen, in diesen aber nicht neugebildet, sondern auf secundärer Lagerstätte.

16.

Ausser diesen hellgelben Körnchen von Kaliglimmer findet man im Schutt der Granite und Gneisse, oft ziemlich reichlich vorhanden, gelbe Körner, welche stets muschelige Flächen, niemals Krystallform besitzen, viele Ecken zeigen und das Licht einfach brechen. Sie werden von Salzsäure nicht, von Flusssäure ziemlich stark angegriffen. Welchem Minerale sie angehören, vermag ich nicht zu sagen. Man findet auf den Klüften der krystallinischen Gesteine zwar häufig gelben und orangegelben Granat, mit dem sie einige Aehnlichkeit haben, aber sie zeigen niemals Krystallflächen, wie es bei diesem der Fall ist. Ich fand diese gelben Körnchen auch als Seltenheit in den Sedimentärgesteinen, z. B. in den Mergeln mit Myophoria vulgaris und in denen mit Ceratites nodosus, in den Ostracodenthonen und im Lettenkohlensandstein von Würzburg.

[1]) *Klemm.* Ueber psammitische Gesteine, Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1882. S. 780.

II. Theil.

Beschreibung der einzelnen Vorkommnisse des Anatases und Brookits.

Wie schon früher erwähnt, sind die beiden Mineralien in den Gesteinen, in welchen sie vorkommen, theils neu gebildet worden, theils stammen sie aus anderen Gesteinen und wurden durch fliessendes Wasser an ihren jetzigen Ort gebracht. Man kann die Vorkommen der beiden Mineralien deshalb eintheilen in solche, welche sie auf primärer, und in solche, welche sie auf secundärer Lagerstätte enthalten. Das meiste Interesse bieten natürlich die ersteren, da sie die Mineralien meist schön erhalten zeigen und die chemischen Vorgänge in den Gesteinen am besten erkennen lassen. Da ferner der Anatas auf primärer Lagerstätte viel verbreiteter ist als der Brookit und sich in verschiedenen Typen entwickelt zeigt, so habe ich bei der Schilderung seiner Vorkommen dieselben auch nach diesen Typen getrennt, den Brookit dagegen, soweit er mit dem Anatas zusammen vorkommt, bei diesem besprochen und nur die Vorkommen, welche nur neu gebildeten Brookit enthalten, wieder in eine Gruppe zusammengestellt. In allen den Fällen dagegen, wo ich über die Neubildung der beiden Mineralien im Zweifel war, habe ich das betreffende Vorkommen zu denen gestellt, welche sie auf secundärer Lagerstätte enthalten.

A. Vorkommen von Anatas und Brookit auf primärer Lagerstätte.

I. Vorkommen der Anatase vom Typus P.0P.

Granite.

Von den von mir untersuchten 18 Granitschuttproben enthielten 13 Anatase dieses Typus.

1. Granit von Steinbach bei Fürth im Odenwald: Anatas n. s., theils rein P ohne 0P in hellgelben bis gelbbraunen Krystallen, theils in dünneren oder dickeren Tafeln 0P.P, bis 0,15 mm gross; Brookit s., dünne, stark gestreifte Tafeln mit $\infty\breve{P}\infty$, $\breve{P}2$, ∞P, selten $2\breve{P}\infty$, gelb, bis 0,15 mm gross; Zirkon hh.; Rutil s.; Turmalin s.; Magnetit hh.; Apatit hh.; Granat n. s.; Epidot s.; Staurolith n. s.

2. Granit von der Windeck bei Weinheim: Anatas s., farblose, hellgelbe und hellblaue dünne Tafeln; Brookit ss., schlecht erhalten; Zirkon hh.; Rutil n. s.; Turmalin s.; Staurolith s.; Granat n. s.; Epidot s.; Apatit h.
3. Granit von Ilmenau: Anatas ss., dünne, farblose und hellgelbe, nur bis 0,07mm grosse Tafeln; Zirkon hh., $\infty P\infty$, ∞P, P vorherrschend, meist kurz säulenförmig, stark zonal gestreift; Magnetit h.; Granat h.; Titanit h.; Apatit hh.
4. Regengranit von Wörth: Anatas n. s., dünne und dickere Tafeln, farblos, hellgelb und hellblau; Zirkon hh., meist $\infty P\infty . 3P3 . P$; Apatit hh.
5. Lithionitgranit von Eibenstock in Sachsen: Anatas s., dünne hellgelbe, bis 0,15 mm grosse Tafeln; Zirkon h., meist abgerundet; Zinnstein hh., schöne Krystalle mit ∞P, $\infty P\infty$, P und $P\infty$, Zwillinge parallel $P\infty$ häufig; Topas hh.; Turmalin s., braun und blau; Hornblende s.; Magnetit h.; Apatit h.; Flussspath oft hh.
6. Granit vom Rudolfstein im Fichtelgebirge: Anatas s., trübe hellbraune Tafeln, voll Risse und Sprünge; Zirkon hh.; Rutil s.; Turmalin s.; Apatit h.; Bergkrystalle h.
7. Granit von Görlitz: Anatas n. s., hellgelbe und hellblaue, dünne oder dickere Tafeln, oder auch sehr seltene kleine Krystalle des Typus $\frac{1}{m}P\infty . P$; Zirkon hh., gewöhnlich $\infty P\infty . \infty P . P$, selten mit 3P3.; Rutil h.; Granat h.; Turmalin s.; Axinit ss.; Zinnstein s. (?).
8. Granit vom Holdersbachthal bei Schapbach im Schwarzwald: Anatas s., dicke gelbe Tafeln; Zirkon h., vorwiegend $\infty P\infty . P$ mit untergeordnetem ∞P und 3P3; Rutil s.; Hornblende h.; Granat h.; Apatit h.
9. Granit von der ersten Schwellung bei Reichenbach.
10. Granit vom untern Reichenbachthal und
11. Granit zwischen Klösterle und Wasserfall, alle drei aus dem gleichen Granitgebiet der Umgegend von Rippoldsau im Schwarzwald, zeigen auch im Vorkommen des Anatases und Brookits grosse Uebereinstimmung. Anatas h., vorwiegend in hellgelben bis orangegelben, aber auch blauen bis 0,20mm grossen Pyramiden, welche nur selten eine Abstumpfung durch 0P zeigen, selten in hellgelben bis braunen dünnen Tafeln; Brookit h., besonders häufig bei

der ersten Schwellung bei Reichenbach, bildet dünne und dickere gelbe Tafeln mit $\infty P\infty$, ∞P, $\breve{P}2$, seltener mit 0P und $2\breve{P}\infty$, aber diese dann auch stark entwickelt. Es ist dies eines der schönsten Brookitvorkommen, zumal die meist sehr scharf ausgebildeten Tafeln bis 0.27 mm gross werden. Fig. 23 zeigt einen Krystall aus dem Granitschutt vom Klösterle. 0,16 mm gross. Zirkon hh. in schönen, scharfen Krystallen; Rutil meist h.; Turmalin n. s. bis h.; Apatit h.

12. Granitschutt vom Burgfelsen bei Wittichen: Anatas h., vorwiegend in farblosen bis grünblauen Tafeln mit untergeordnetem $P\infty$, selten als rein blassgelbe, bis 0,15 mm grosse Pyramiden; Brookit ss., ein schöner, innen fast farbloser, gegen 0P zu hellgrüner Krystall der Form $\infty\breve{P}\infty$, ∞P mit stark entwickeltem 0P und untergeordnetem $2\breve{P}\infty$; Zirkon hh. bis 0.35 mm. gross; Rutil n. s.; Turmalin s.; Apatit s.
13. Feinkörniger Ganggranit von der Heimenhöhe an der Kniebisstrasse bei Rippoldsau im Schwarzwald: Anatas s., dicke grünblaue Tafeln; Zirkon hh.; Rutil n. h.; Turmalin n. s.

Gneisse und Glimmerschiefer.

Von diesen wurden hauptsächlich die Gesteine des Spessarts, sowie mehrere Gneisse des Schwarzwalds und des Fichtelgebirges untersucht, aber nur in den ersteren wurde Anatas beobachtet, in 6 verschiedenen Gneissschuttproben aus der Gegend von Wunsiedel dagegen kein Anatas gefunden.

14. Schiefriger Gneiss von Schapbach im Schwarzwald, nahe dem Gasthaus zum Ochsen: Anatas n. s., theils farblose, bis 0,15 mm grosse Tafeln der Form 0P.P, theils gelbe, bis 0,1 mm grosse Krystalle $\frac{1}{m}P\infty.P$, öfters mit $P\infty$; Zirkon hh., meist abgerundet; Rutil n. s.; Granat s.; Staurolith s.; Magnetit hh.
15. Körniger Gneiss vom Pavillon bei Wolfach: Anatas n. s., dicke, gelbe bis orangegelbe Tafeln oder abgestumpfte Pyramiden, untergeordnet mit $P\infty$; Zirkon hh.; Rutil n. s.; Granat hh., sehr oft mit Einschlüssen von Rutil.

16. Feinkörniger Gneiss gegenüber der Kirche von Rippoldsau: Anatas s., farblose und blaue Tafeln, auch mit P∞; Brookit ss., eine 0,7 mm grosse gelbe Tafel mit ∞P̄∞, ∞P und P̆2; Zirkon hh., meist abgerundet; Rutil hh.; Granat h.
17. Grobschiefriger, glimmerreicher Gneiss von Reichenbach bei Rippoldsau im Schwarzwald: Anatas ss., blassgelbe Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat h.
18. Hornblendegneiss von Ahlersbach im Odenwald, Ausschwemmungen mit Magneteisen: Anatas ss., blassgelbe Tafeln; Zirkon hh., meist ∞P. P. 3P3, fast stets concentrisch gestreift; Rutil s.; Titanit h.
19. Gneiss vom Binnenthal in der Schweiz. Hier habe ich versucht, in ähnlicher Weise. wie dies *Diller* am Schalstein des Feilitzschholzes bei Hof gelungen ist, auch den Anatas noch in dem zersetzten Gestein nachzuweisen, auf dessen Klüften er so häufig ist. Ich fand ihn aber nur in wenigen Kryställchen, begleitet von Zirkon hh., Rutil hh. und Titanit hh.

Spessart-Gesteine.

In den krystallinischen Schiefergesteinen des Spessarts habe ich den Anatas bis jetzt nur in Krystallen des ersten Typus gefunden. Der Brookit kommt neben diesem nur in der nördlichen Zone vor.

20. Im Schutt des Glimmerdiorits der südlichen Zone findet man den Anatas fast an jedem Orte und wohl in den meisten Fällen aus Titanit entstanden, da dieser im Gestein sehr häufig, in dem starkverwitterten Schutt dagegen selten ist. Am reichlichsten fand ich ihn bei Soden in meist sehr verzerrten trüben hellbraunen und blaugrauen, bis 0.15 mm grossen Tafeln, selten in klaren scharfen Krystallen. Seltener, aber besser erhalten fand ich ihn bei Oberbessenbach, Gailbach und Keilberg. Der Glimmerdiorit enthält ausserdem überall Zirkon hh., in bis 0,4 mm grossen, abgerundeten und scharfausgebildeten Krystallen der Form ∞P.P. ∞P∞. 3P3 mit starker zonaler Streifung; Apatit hh.; Titanit hh.; Orthit hh.; Rutil ss. oder fehlend.
21. Körniger Gneiss vom Kirschlingsgraben bei Oberbessenbach: Anatas ss., blassgelbe Tafel; Zirkon hh.; Rutil s.

22. In einer Pinitoidmasse am Rand des körnigen Kalks von Gailbach fand ich nach dem Zersetzen desselben mit Salzsäure und Schlämmen den Anatas hh. in 0,01—0,1 mm grossen, dünnen, farblosen, stark verzerrten Tafeln (Fig. 13), begleitet von vielen kleinen runden Zirkonkörnern.
23. In dem zersetzten, schwarzglimmerigen, körnigstreifigen Gneiss der Haibacher Zone fand ich den Anatas in 2 von 6 untersuchten Proben, nämlich am Haibacher Kreuz in seltenen hellgelben, und bei der Eckertsmühle bei Schweinheim in ebenfalls seltenen hellbraunen Tafeln. Dieser Gneiss enthielt überall Zirkon hh. der Form $\infty P\infty . P$ mit untergeordnetem $\infty P.3P3$ (Fig. 3) und feiner concentrischer Streifung; Rutil h., s. oder ganz fehlend; Granat, an einzelnen Orten h.; Magnetit hh.; Apatit h. bis hh.; Turmalin s.
24. In den zweiglimmerigen körnigflaserigen Gneissen der Goldbacher Zone fand ich den Anatas sehr häufig in einem aus diesem Gesteine entstandenen Lehm bei Hösbach. Er bildet darin meist ziemlich dicke, klare, hellgelbe, gelbe, gelbbraune, hellblaue und grünblaue, 0,05—0,20 mm grosse Tafeln. Das Gestein enthält ferner Zirkon hh., $\infty P\infty . P$, aber meist abgerundet; Rutil h.; Staurolith s.; Turmalin s. oder fehlend; Magnetit hh.; Apatit h.; Epidot oft hh.
25. Die nächste Gneisszone des Spessarts, der zweiglimmerige glimmerreiche Gneiss, den man wegen seines nie fehlenden grossen Staurolithgehaltes zweckmässig als Staurolith-Gneiss bezeichnen kann, enthält in seinem Schutt den Anatas schon viel seltener; ich fand ihn nur in 8 von 49 untersuchten Proben. Am schönsten erhielt ich ihn beim Schlämmen eines etwas feldspathreichen, stark zersetzten Gneisses aus dem Hohlwege hinter der Kirche von Glattbach, begleitet von neugebildeten Bergkrystallen. Die tafelförmigen Krystalle sind hier bei einer Grösse bis zu 0,3 mm völlig klar, farblos und sehr regelmässig rechteckig ausgebildet und zeigen ausser vorherrschendem 0P und P noch öfters die Flächen von $P\infty$, $\frac{1}{m}P$ und $\frac{1}{m}P\infty$. Ein zweites, schönes Vorkommen liegt in einer aus einer Feldspathlinse dieses Gneisses entstandenen Pinitoidmasse und zeigt himmelblaue, bis 0,2 mm grosse Tafeln, welche durch eine sehr starke Combinationsstreifung auf P und 0P

meist etwas abgerundet erscheinen, aber hie und da doch noch die Flächen P∞ und $\frac{1}{m}$P erkennen lassen. Der Staurolithgneiss enthält fast überall Zirkon hh., fast stets abgerundet und selten über 0,2 mm gross; Rutil hh., selten fehlend, aber oft über den Zirkon vorherrschend; Staurolith hh., in bis 3 cm grossen Krystallen mit grossem Quarzgehalt, stets die Form ∞P.P∞ . ∞$\breve{P}$∞ .0P zeigend, nicht selten in schiefen Zwillingen nach $\frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$, sehr selten in kreuzförmigen Zwillingen; Turmalin hh.; Granat oft hh.; Magnet- und Titaneisen hh.; Apatit h.

26. Im Gebiete des Quarzit- und Glimmerschiefers fand ich den Anatas in 6 von 12 untersuchten Proben.

Quarzitglimmerschiefer von der Stempelhöhe bei Hemsbach: Anatas s., gelbe Tafeln oder Pyramiden; Brookit s., blassbraune, schlecht erhaltene, meist unregelmässig umrandete Tafeln.

Weinbergsboden von Hörstein, aus Quarzitschiefer und Glimmerschiefer entstanden: Anatas hh., farblose bis gelbe, dünnere und dickere Tafeln.

Quarzitglimmerschiefer vom Angelsberg bei Hemsbach: Anatas s., gelbbraune, meist zerbrochene Tafeln.

Quarzitschiefer vom Molkenberg: Anatas s., farblose Tafeln; Brookit n. s., farblose bis hellgelbe, unregelmässig umrandete Tafeln.

Quarzitchromglimmerschiefer von Huckelheim, festes Gestein: Anatas ss., blassbraune Tafeln; Brookit h., bis 0,08 mm grosse Tafeln, gelb, oft ausser ∞P∞ noch $\breve{P}2$ und ∞P zeigend, sonst wenig schön.

Glimmerschiefer von Omersbach: Anatas ss., eine kleine schwach braune Tafel.

Die Quarzitschiefer und Quarzitglimmerschiefer enthalten ausserdem: Zirkon hh., fast stets nur runde Körner; Rutil hh.; Turmalin h., meist braun; Granat hh.; Staurolith oft noch h.; Magnetit hh.; Apatit meist s. Auffallend ist das reichliche und häufige Vorkommen des Brookits im Schutt und Lehm des Quarzitglimmerschiefers, da er sonst im Urgebirge des Spessarts fehlt.

27. Im jüngsten, nördlichsten Gneiss des Spessarts fand ich den Anatas nur in einer von 4 untersuchten Proben, näm-

lich im Schutt eines Graphit führenden Gneisses von Lützelhausen bei Gelnhausen in wenigen gelben bis gelbbraunen Tafeln. Diese jüngsten Gneisse enthalten ausserdem meist viel Granat und Apatit, Zirkon meist häufig, Rutil selten, während Staurolith und Turmalin zu fehlen scheinen.

Silurische Gesteine.

28. Fucoidensandstein mit Eophyton Linnaeanum von Westgothland, fester hellgrauer, feinkörniger Sandstein: Anatas h., schöne farblose bis blassgelbe Tafeln, hie und da mit $\frac{1}{m}$P, bis 0,11mm gross; Zirkon hh., immer abgerundet; Rutil h., Turmalin h., Staurolith s., Bergkrystalle h.

Gesteine der Kohlenformation.

29. Grauwacke von Ziegelkrug bei Clausthal, brauner, feldspathreicher, feinkörniger Sandstein mit kleinen Geröllen: Anatas n. s., blassgelbe bis stark gelb gefärbte, dünne und dickere Tafeln; Zirkon hh., meist abgerundet; Rutil s.; Turmalin s.; Kaliglimmer s.
30. Kohlensandstein von Flöha bei Chemnitz, hellgrauer, glimmer- und feldspathreicher Sandstein: Anatas n. s., dünne, oft mit einander verwachsene blassgelbe Tafeln, die Fläche 0P oft mit Combinationsstreifen parallel P; Zirkon h.; Rutil hh., bis 0,5mm gross, nicht selten in guten Krystallen der Form ∞P.P mit untergeordnetem ∞P∞; Granat hh., oft noch mit Krystallflächen, aber ohne Rutileinschlüsse; Bergkrystalle hh.

Dyas-Gesteine.

31. Mittleres Rothliegendes von Asbach bei Schmalkalden, hellrother feldspathreicher Sandstein: Anatas hh. Schon mit der Lupe lassen sich am Gestein kleine, dunkle, diamantglänzende Kryställchen erkennen, welche unter dem Mikroskop sämmtlich mit hellblauer bis dunkelblauer Farbe durchsichtig sind. Die Tafeln sind sämmtlich sehr regelmässig quadratisch ausgebildet und zeigen ausser 0P und P nicht selten noch P∞; sie werden 0,05—0,25mm gross und bis 0,15mm dick. Zirkon s.; Rutil ss.; Bergkrystalle h.

32. Rothliegendes von Rossdorf bei Darmstadt, feinkörnige Arkose: Anatas hh., hellblaue, selten gelbe, scharf ausgebildete klare Tafeln, welche fast immer noch P∞ zeigen, bis 0,15mm gross und 0,04mm dick; Zirkon hh., besonders in der in den krystallinischen Gesteinen des Odenwalds verbreiteten Form ∞P.P.3P3, bis 0,4mm gross; Rutil h., Granat h.; Magnetit hh.; Turmalin s.
33. Rothliegendes von Altenmittlau bei Gelnhausen, rothes, thoniges, lockeres Conglomerat: Anatas hh., farblose, blassbraune und blaue, trübe und meist wenig schön ausgebildete, aber nicht abgerollte Tafeln, bis 0,18mm gross; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin h.; Granat s.; Staurolith fehlt.
34. Weissliegendes von Bieber in Hessen, feinkörniger, weisser, kaolinreicher Sandstein, viel Eisenkies enthaltend: Anatas hh., durchweg schön blaue, klare, sehr regelmässig entwickelte Tafeln, meist noch mit P∞, bis 0,12mm gross und 0,045mm dick; Zirkon h., meist abgerundet; Rutil n. h.; Turmalin s.; Bergkrystalle h.
35. Weissliegendes von Altenmittlau, grobkörniger Sandstein: Anatas h., schwach bräunliche, seltener blaue, meist trübe Tafeln, welche hie und da ausser 0P.P noch P∞, $\frac{1}{m}$P und $\frac{1}{m}$P∞ zeigen; Zirkon hh., meist abgerundet; Rutil h.; Turmalin n. s.; Apatit hh.; Kaliglimmer n. s.; Bergkrystalle n. s.
36. Zechstein-Dolomit von Nieder-Görisseiffen in Schlesien, weisser, aschenartig zerfallender Dolomit: Anatas n. s., hellbraune oder hellblaue dicke Tafeln und abgestumpfte Pyramiden, selten mit $\frac{1}{m}$P∞, bis 0,07mm gross; Zirkon h.; Rutil n. h.; Granat n. s.

Trias-Gesteine.

37. Unterer Leberschiefer vom Wolfszahn bei Keilberg im Spessart, besteht wesentlich aus Glimmerdioritschutt: Anatas hh., schöne klare, hellgelbe, dünne und dickere Tafeln, nicht selten mehrere mit einander verwachsen.
38. Tigersandstein vom Holdersbachthale bei Schapbach (im Schwarzwald), brauner Waldboden: Anatas h., vorwiegend Pyramiden, gelb, meist trüb, bis 0,2mm gross, seltener gelbe oder hellblaue dicke Tafeln; Brookit n. s., gelbe

Tafeln, ausser $\infty\bar{P}\infty$ noch ∞P, $\bar{P}2$ und $0P$ zeigend; Zirkon hh.; Rutil h., Granat hh.; Turmalin s.; Hornblende hh.; Magnetit hh.; Kaliglimmer h.; Bergkrystalle h.

39. Tigersandstein von Rippoldsau, weisser, drusiger, schwarzfleckiger Sandstein: Anatas n. s., dicke gelbe Tafeln und abgestumpfte Pyramiden, höchstens 0,04 mm gross; Zirkon hh.; Rutil s.; Turmalin n. s.; Kaliglimmer h.; Bergkrystalle h.
40. Conglomerat des Vogesensandsteins vom schwarzen Bruch bei Schapbach, rother feinkörniger Sandstein mit zahlreichen grösseren Geröllen: Anatas h., meist trübe, hellgelbe und hellblaue Tafeln; Zirkon hh.; Rutil s.; Turmalin s.; Bergkrystalle hh.
41. Kieselsandstein von Sommerberg bei Rippoldsau, Waldboden: Anatas n. h., hellgelbe und hellblaue, meist dicke und trübe Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Magnetit hh.; Turmalin n. s.; Bergkrystalle hh.
42. Unterer Buntsandstein von Weschnitz im Odenwald, feinkörniger, hellrother, kaolinreicher Sandstein: Anatas s., farblose bis hellblaue, klare Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.
43. Unterer Buntsandstein von Vormwald im Spessart, wie Nr. 42: Anatas h., zeigt hier die beiden Typen, aber $0P.P$ ist in gelben und hellblauen Tafeln mit seltenem $P\infty$ häufiger, bis 0,15 mm gross. Die Krystalle des Typus $\frac{1}{m}P\infty.P$ sind seltener, braungrau und jedenfalls auch neu gebildet. Brookit ist s. in gelben, schlecht erhaltenen Tafeln, so dass mir seine Neubildung zweifelhaft ist. Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Magnetit hh.; Granat s; Kaliglimmer s.
44. Kieselsandstein von Brückenau, weisser Sandstein: Anatas h., schwach gelbbraune, 0,03—0,13 mm grosse Tafeln, welche ausser $0P$ und P an den Ecken sehr häufig noch $\frac{1}{m}P\infty$ untergeordnet zeigen (vergl. Fig. 19); Zirkon h.; Rutil nicht gesehen; Turmalin s.; Kaliglimmer h.; Bergkrystalle h.
45. Oberer Buntsandstein vom Silberhof in der Rhön, mittelkörniger, sehr lockerer Sandstein: Anatas h., gelbe, selten blaue, öfters trübe Tafeln, hie und da auch mit $P\infty$; Zirkon hh.; Rutil s.; Bergkrystalle hh.

46. Buntsandstein von Liebhardts in der Rhön, hellrother, fester Sandstein: Anatas n. s., blaue, seltener bräunliche Tafeln; Zirkon h.; Rutil s.; Turmalin n. s.; Apatit n. s.; Bergkrystalle h.
47. Buntsandstein von St. Loretto bei Freiburg im Breisgau, hellrother, feinkörniger Sandstein: Anatas h., farblose und hellblaue, selten gelbe Tafeln, 0,05 bis 0,20 mm gross und an den Ecken nicht selten $\frac{1}{m}P\infty$ zeigend (wie in Fig. 19); Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Magnetit h.
48. Buntsandstein von Löwenberg in Schlesien: Anatas n. s., schwach braune, trübe, meist sehr verzerrte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin s.; Kaliglimmer n. s.
49. Buntsandstein von Plagwitz bei Löwenberg in Schlesien. Von diesem Orte habe ich zwei verschiedene Buntsandsteine untersucht, nämlich einen gelben, ziemlich grobkörnigen und einen rothen, feinkörnigen, thonigen Sandstein; beide enthalten Anatas häufig in bis 0,2mm grossen, klaren und scharf ausgebildeten Tafeln von blauer bis grünblauer, öfters mit Gelb wechselnder Färbung, an denen 0P und P vorherrschend, $P\infty$ untergeordnet entwickelt ist und an denen nicht selten eine Doppelpyramide, mPn, selten aber eine zweite, sowie $\frac{1}{m}P$ und $\frac{1}{m}P\infty$ auftreten (siehe Fig. 15). Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin h.; Staurolith s.; Granat s.
50. Röthdolomit von Bougères in den Vogesen, brauner, sehr lockerkörniger, sandiger Dolomit voll Myophoria vulgaris: Anatas hh., dicke Tafeln oder abgestumpfte, selten reine Pyramiden, gelb, seltener farblos und hellblau, meist sehr scharf und klar ausgebildet. Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Staurolith s.; Bergkrystalle h.
51. Sandiger Dolomit aus dem Röth von Zweibrücken, feinkörniger, hellgrünlichgrauer oder gelblicher Sandstein: Anatas h., dünnere und dickere, farblose, klare Tafeln, bis 0,13mm gross; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin n. s.; Granat n. s., mit Krystallflächen; Apatit h. und gross; Kaliglimmer hh.
52. Kalkstein der unteren Encrinitenbank von Zell bei Würzburg: Anatas h., abgestumpfte Pyramiden mit vorherrschendem P, aber nie fehlendem 0P, selten mit $P\infty$, hellblau bis tiefblau, bis 0,1 mm gross; Zirkon h., höchstens bis 0,1 mm gross; Rutil s.; Turmalin s.; Bergkrystalle hh.

53. Trigonoduskalk von den Häugler Höfen bei Heidingsfeld unweit Würzburg. Von 4 untersuchten Gesteinsstücken enthielt nur eines neugebildeten Anatas, dieses aber hh. in abgestumpften Pyramiden und dicken Tafeln mit seltenem P∞; scharfe, klare, hellblaue, blaue und grünblaue Krystalle. Zirkon h., klein; Rutil s.; Turmalin s.; Staurolith s.; Bergkrystalle hh.

54. Blauer Dolomit der Lettenkohlengruppe vom Faulen Berg bei Würzburg, drusiger, dunkelblaugrauer, kalkiger Dolomit. Von 6 untersuchten Stücken enthielten nur 2 reichlich Anatas, die übrigen gar keinen. Anatas h., dicke Tafeln oder abgestumpfte, selten reine Pyramiden, hellblau bis stahlblau, klar und scharf ausgebildet; Zirkon h.; Rutil n. s.; Turmalin n. s.; Picotit s.; Bergkrystalle h.

55. Anoplophorasandstein vom Rothen Kreuz bei Würzburg, geschlämmter Schutt: Anatas s., farblose bis hellgelbe und hellblaue, klare, scharfe Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Granat h.; Staurolith n. s.; Magnetit hh.; Picotit s.; Kaliglimmer h.

56. Lettenkohlenhauptsandstein vom Faulen Berg bei Würzburg, geschlämmter Schutt: Anatas h., meist dicke Tafeln und reine Pyramiden (vgl. Fig. 11), farblos, gelb, orangegelb und hellblau, 0,05—0,15mm gross: Brookit ss., gelbe, abgerollte Tafeln mit ∞P∞, ∞P und 0P; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat h.; Staurolith n. s.; Picotit s.; Apatit s.; Magnetit hh.; Kaliglimmer h.

57. Lehrberger Schicht von Rüdisbronn bei Windsheim, weisser, dolomitischer, drusiger Steinmergel: Anatas n. s., farblose und hellgelbe, seltener hellblaue, scharf ausgebildete Pyramiden, häufig durch 0P abgestumpft, bis 0,11 mm gross. Zirkon hh.; Granat hh.; Rutil n. h.; Turmalin n. h.; Kaliglimmer hh.; Magnetit hh.

58. Semionotussandstein von Jobstgreuth bei Windsheim, weisser, kaolinreicher, schwach dolomitischer, lockerer Sandstein: Anatas hh. in prächtigen hellblauen, völlig klar und scharf ausgebildeten Tafeln von 0,05—0,20 mm Grösse und 0,01—0,04mm Dicke; häufig zu Krystallgruppen verwachsen. Selten sind hellgelbe Tafeln und abgerollte, gelbe Pyramiden. Brookit ss., gelbe, abgerollte Tafel mit ∞P̆∞,

$\breve{P}2$, $2\breve{P}\infty$, 0P und ∞P. Zirkon hh.; Rutil h.; Staurolith s.; Turmalin s.; Granat hh., fast stets mit Krystallflächen und oft mit Rutileinschlüssen; Magnetit hh.; Apatit s.; Kaliglimmer hh.; Bergkrystalle hh.

59. Semionotussandstein von Ipsheim bei Windsheim, geschlämmter Schutt: Anatas n. s., hellblaue Tafeln und Pyramiden und abgerollte breite gelbe Tafeln. Sonst wie Nr. 58.

60. Stubensandstein von Burgpreppach; Gestein wie Nr. 58: Anatas n. s., farblose bis hellblaue, scharf ausgebildete, klare Tafeln. Daneben kamen sehr selten auch hellblaue, abgerollt aussehende Krystalle des Typus $\frac{1}{m}P\infty . P$ mit untergeordnetem $P\infty$ vor. Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Granat n. h.; Magnetit h.; Kaliglimmer hh.; Apatit s.; Bergkrystalle h.

61. Stubensandstein von Baunach in Unterfranken, grobkörniger, kaolinreicher Sandstein: Anatas h., vorwiegend in himmelblauen, selten farblosen, klaren und scharf ausgebildeten Krystallen des Typus 0P. P, selten in abgerollten Krystallen des Typus $\frac{1}{m}P\infty . P$. Sonst wie Nr. 60.

62. Stubensandstein aus der Oberpfalz, grobkörniger, sehr kaolinreicher, lockerer Sandstein: Anatas n. s., blaue, scharf ausgebildete, öfters zu Gruppen verwachsene Tafeln, selten in gelben, trüben, abgerollt aussehenden Tafeln und Pyramiden.

Infraliassandsteine.

63. Infraliassandstein von Strullendorf bei Bamberg, hellbrauner, kaolinreicher, lockerer Sandstein: Anatas s., gelbe, scharf ausgebildete, bis 0,14 mm grosse Pyramiden; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat s.; Turmalin s.; Bergkrystalle h.; Magnetit hh.; Kaliglimmer hh.

64. Infraliassandstein von Hör in Schweden, hellbrauner Sandstein: Anatas s., hellblaue dünne Tafeln, sehr selten hellgelbe Pyramiden; Zirkon hh.; Rutil s.; Granat s.; Magnetit hh.; Bergkrystalle h.

65. Infraliassandstein mit Ostrea Hisingeri Nils. von Kulla-Gunarstorp in Schweden, brauner, eisenschüssiger Sandstein: Anatas n. s., farblose und hellgelbe, dicke Tafeln

und Pyramiden, daneben auch abgerollte Anatastafeln; Zirkon hh.; Rutil hh.; Magnetit hh.; Granat h.; Turmalin s.; Eisenkies h.

Kreide-Gesteine.

66. Quadersandstein des Tharander Waldes, weisser, feinkörniger Sandstein: Anatas h., hellblaue und farblose, schöne, scharf ausgebildete dicke Tafeln, 0,05—0,1 mm gross; Zirkon hh., meist klein; Rutil hh.; Turmalin h.; Staurolith ss.; Kaliglimmer h.
67. Quadersandstein von Sirgwitz bei Löwenberg in Schlesien, feinkörniger, kaolinhaltiger, lockerer Sandstein: Anatas n. s., farblose und hellblaue, selten hellgelbe Tafeln, nicht selten mit P∞, sehr selten mit mPn, bis 0,15 mm gross; Brookit selten und abgerollt; Zirkon hh.; Rutil hh.; Staurolith n. s.; Granat h.; Turmalin n. s.; Magnetit hh.; Kaliglimmer hh.

Tertiärgesteine.

Hier habe ich nur in einem der sehr zahlreichen von mir untersuchten Gesteine Anatas unter solchen Verhältnissen gefunden, dass ich ihn für neu gebildet halten kann, nämlich

68. im petrefactenreichen Meeressandstein von Weinheim bei Alzey: Anatas n. s., gelbe, klare Tafeln, bis 0,12mm gross; Brookit ss., eine 0,18mm grosse, gelbe, abgerollte Tafel; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Magnetit hh.; Eisenglanz hh.

Eruptivgesteine.

69. Granophyr vom Hohwald bei Barr-Andlau, Schutt: Anatas ss., hellgelbe Tafeln; Zirkon hh.; Apatit h.
70. Quarzporphyr vom Wagenberg bei Weinheim a. d. Bergstrasse: Anatas ss., hellgelbe Tafel, 0,055mm gross; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat n. s.; Turmalin n. s.; Staurolith (??) n. s.; Bergkrystalle h.
71. Quarzporphyr von Sailauf im Spessart, Schutt: Anatas s., farblose und hellgelbe Tafeln; Brookit ss., eine schöne gelbe Tafel mit vorherrschendem ∞P∞ und mit stark ent-

wickeltem $\frac{1}{2}P\infty$ und ∞P, untergeordnet mit $\breve{P}2$; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin h.; Granat h.; Staurolith (??) n. s.; Bergkrystalle h.

72. Quarzporphyr von Burgbach bei Rippoldsau im Schwarzwald, Schutt: Anatas hh., dünne, gelbe, trübe, undurchsichtige Tafeln, bis 0.20mm gross, nur eine hellblau und klar; Zirkon hh.; Rutil ss.; Turmalin s.; Magnetit hh.
73. Quarzporphyr von Asbach bei Schmalkalden, poröses Gestein: Anatas hh., dünne, klare, scharf ausgebildete Tafeln, hellblau bis stark grünblau gefärbt, selten farblos, hie und da mit $\frac{1}{m}P$; Zirkon hh.; Rutil fehlt.
74. Porphyrit von Waldböckelheim, festes drusiges Gestein mit reichlichem Tridymit [1]): Anatas h., bis 0,10mm grosse und 0,04mm dicke, farblose Tafeln; Zirkon s.

Kieselhölzer.

Von diesen habe ich nur wenige untersucht, aber in allen bis jetzt Anatas gefunden. Anatase des Tpyus 0P.P enthielten hievon zwei.

75. Kieselholz aus dem Schilfsandstein von Rüdisbronn: Anatas s., farblose, scharfe Tafeln, bis 0.1mm gross; Zirkon n. s.; Rutil ss.; Turmalin ss.
76. Kieselholz (Araucarioxylon Schrollianum) aus dem Rothliegenden von Vilbel: Anatas h., dünne, 0,05—0,25mm grosse, meist etwas trübe, hellbraune Tafeln; Zirkon fehlt hier.

Zersetztes Gestein der Erzgänge.

77. Pinitoid von Wittichen, in zersetztem Granit, begleitet von Kalkspath mit Gediegen Silber: Anatas h., hellblaue und hellblaugrüne Tafeln, bis 0,09mm gross.

II. Vorkommen des Anatases vom Typus $\frac{1}{m}P\infty . P$.

78. Granit von den Fuchsbergen bei Striegau. Die im Granit von Striegau vorkommenden Mineralien sind bereits von

1) *Streng*, N. Jahrb. f. Min. 1871. S. 933.

E. Becker[1]) ausführlich beschrieben worden; auch *Krantz*[2]) *Websky*[3]) und *v. Lasaulx*[4]) haben sich mit den Mineralien dieses Fundortes beschäftigt, aber von keinem dieser Forscher wurde Anatas, Brookit und Zirkon beobachtet, die in diesem Gesteine sehr häufig sind.

Von Herrn Dr. *Schuchardt* in Görlitz erhielt ich mehrere Stücke des Granits von den Fuchsbergen, welche zum grössten Theile in ein krystallinisches, schuppiges Aggregat von Pinitoidblättchen umgewandelt waren, so dass sich wohl noch Orthoklas und Quarz, aber kein Glimmer mehr erkennen liess; dagegen enthielten die Drusen reichlich Eisenglanz. Nach dem Zerdrücken der Stücke, Schlämmen und Entfernen des Eisenglanzes mit Salzsäure fand ich schon ohne Mikroskop den Anatas, der hier in ausserordentlich grosser Menge und nur in Krystallen des Typus $\frac{1}{m}P\infty.P$ vorhanden ist. Die nähere Beschreibung dieser Krystalle wurde bereits oben gegeben. Die Figur 16 unserer Tafel zeigt die gewöhnliche Form derselben. Ausser $\frac{1}{m}P\infty$ und P ist sehr häufig $P\infty$ und $\frac{1}{m}P$, selten 0P entwickelt. Die Krystalle sind durchweg schön klar und dunkel grünlichgrau bis grünlichbraun gefärbt. Der Brookit ist seltener als der Anatas, gegenüber anderen Vorkommnissen aber noch häufig zu nennen. Er bildet gelbe stark gestreifte Tafeln mit vorherrschendem $\infty P\infty$, als dessen Umrandung die Flächen ∞P, $2\breve{P}\infty$, $\breve{P}2$, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ und selten 0P auftreten, wie dies Fig. 24 zeigt. Die Brookitkrystalle werden bis 0,25 mm gross. Der hier sehr häufige Zirkon zeigt constant die in Fig. 5 abgebildete Form $\infty P.P$ mit untergeordnetem $\infty P\infty$ und $3P3$, sehr selten zonale Streifung, aber sehr reichlich Einlagerungen von Apatit und Gasporen.

79. Granitschutt vom Gallenbachthal bei Wittichen im Schwarzwald: Anatas ss., eine graubraune, 0,07 mm grosse, be-

---

[1]) *E. Becker*, Ueber das Mineralvorkommen im Granit von Striegau. Inaug.-Dissert. 1869.

[2]) Vgl. G. vom Rath in Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 22. Bd. S. 650.

[3]) *Websky* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1872. S. 1 und 63.

[4]) *v. Lasaulx*, N. Jahrb. f. Min. 1876. S. 358.

schädigte Tafel mit $\frac{1}{m}P\infty$; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat hh.; Apatit n. s.

80. Mittleres Rothliegendes von Windecken bei Hanau, rother, wenig fester Sandstein, reich an Feldspath, Kaolin und Glimmer: Anatas hh., Grundpyramide meist stark entwickelt, die Krystalle aber meist unregelmässig begrenzt oder stark verzerrt, farblos bis schwach bräunlich gefärbt; Zirkon hh.; Rutil ss.; Apatit n. s.; Turmalin s.; Kaliglimmer s.
81. Weissliegendes von Rückingen bei Hanau, hellgrauer, kaolinreicher, grobkörniger Sandstein mit Geröllen: Anatas s., scharf ausgebildete, klare, graubraune Krystalle, bis 0,08 mm gross.
82. Unterer Buntsandstein vom Häuserackerhof bei Hörstein unweit Aschaffenburg, weisser, feinkörniger, kaolinreicher Sandstein: Anatas n. s., bis 0,2 mm grosse, scharf ausgebildete, klare Krystalle von graubrauner Farbe, sehr selten noch mit $P\infty$.
83. Unterer Buntsandstein von Oberbessenbach bei Aschaffenburg, hellrother, feinkörniger, kaolinreicher Sandstein: Anatas h., hellbraungraue, bis 0,15 mm grosse, klare, aber oft schlecht ausgebildete Krystalle; Brookit ss., eine hellgelbe, abgerollte Tafel.
84. Oberer Buntsandstein von Stetten bei Karlstadt, feinkörniger, weisser Sandstein: Anatas h., bis 0,1 mm grosse, braune, grünblaue und blaue, schöne, klare Krystalle, selten noch mit 0P, hie und da zu Krystallgruppen verwachsen. In Nr. 82, 83 und 84 ist ausserdem Zirkon hh., Rutil h., Turmalin h., Kaliglimmer s., Magnetit h.
85. Grobkörniger Buntsandstein von Lohr im Spessart: Anatas n. s., kleine gelbbraune und grünlichbraune Krystalle: Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat n. s.; Magnetit hh.; Kaliglimmer hh.; Bergkrystalle hh.
86. Schaumkalk von Erlabrunn bei Würzburg, graubrauner, oolithischer Kalkstein mit reichlichem Coelestin: Anatas h., hellblaue bis tiefblaue, meist kleine und nicht über 0,1 mm grosse, scharf ausgebildete, dicke Krystalle, an denen die Grundpyramide meist stark entwickelt ist und mit $\frac{1}{m}P\infty$ im Gleichgewicht steht. 0P selten und untergeordnet. In 4 anderen Schaumkalkstücken von Erlabrunn und Würz-

burg fand ich keinen Anatas, in allen aber Zirkon, klein u. s.; Rutil s.; Turmalin ss., Granat ss., Bergkrystalle hh.

87. Meeressandstein vom Gienberg bei Waldböckelheim, conchylienreicher, kalkiger Porphyritschutt: Anatas s., nur wenige, grosse Tafeln, an denen statt P eine stumpfe Pyramide mit $\frac{1}{m}P\infty$ combinirt erscheint; dieselbe bildet mit $\frac{1}{m}P\infty$ keine parallelen Combinationskanten, sondern ist steiler.

III. Vorkommnisse des Anatases vom Typus $\frac{1}{m}P\infty$. P mit 0P.

88. Weissliegendes von Grossenhausen, am Wege nach dem Eicher Hofe, bei Gelnhausen, weisse, kaolinreiche Breccie: Anatas s., hellblaue dünne Tafeln mit vorherrschendem 0P und P, die Flächen von $\frac{1}{m}P\infty$ erscheinen nur an den Ecken der Krystalle (Fig. 19); Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Granat s.; Apatit h.

89. Stubensandstein von Ebern in Unterfranken, weisser, kaolinreicher Sandstein: Anatas h., hellblaue, dünne Tafeln mit bald vorherrschendem 0P, bald vorherrschendem $\frac{1}{m}P\infty$; die Grundpyramide ist stets untergeordnet, ebenso die nicht seltene Pyramide $P\infty$; die Flächen von $\frac{1}{m}P\infty$ sind rauh und nicht selten gestreift. Zirkon h; Rutil h.; Granat s.; Apatit n. s.; Magnetit h.; Bergkrystalle h.; Kaliglimmer h.

90. Ein in Brauneisenstein umgewandelter Wurzelast aus dem Schilfsandstein von Sugenheim in Mittelfranken zeigte nach dem Auflösen des Brauneisensteins in Salzsäure in dem thonigen Rückstand sehr reichlich bis 0,4 mm grosse, dünne Tafeln von Anatas von hellbrauner Farbe Die Flächen 0P und $\frac{1}{m}P\infty$ sind stets und in annäherndem Gleichgewicht vorhanden, die Grundpyramide dagegen ist sehr untergeordnet entwickelt. Die Krystalle sind häufig in der in Fig. 18 dargestellten Weise verwachsen und bilden nicht selten auch unregelmässige Krystallgruppen. Sie enthalten meist reichlich schwarze Körnchen von organischer Substanz eingelagert. Zirkon, Rutil u. s. w. fehlen in diesem Brauneisenstein, während sie im umschliessenden Sandstein sehr häufig sind.

IV. Vorkommen des Anatases vom Typus $\frac{3}{5}P$.

91. Diese Form fand ich bis jetzt nur in völlig umgewandeltem Gneiss, sogen. „Dreckbatzen“ vom Jung hoh Birkner Stehenden der Grube „Junge hohe Birke“ bei Freiberg.[1]) Es ist dies eine vorwiegend aus kleinen Gilbertitblättchen bestehende weiche Masse, welche nach der Entfernung des vorhandenen Erzes mit Säuren und Schlämmen den Anatas reichlich erkennen lässt. Er bildet stumpfe, meist schlecht ausgebildete Pyramiden, welche der Pyramide $\frac{3}{5}P$ sehr nahe stehen, und meist noch 0P zeigen, ist tief stahlblau bis schwarzblau und meist nicht klar durchsichtig oder undurchsichtig. Neben dieser Form, aber selten, kommen auch Krystalle P.0P vor. Dieser völlig zersetzte Gneiss enthält ferner Zirkon hh, Rutil s., Granat n. s.

V. Vorkommen des Brookits auf primärer Lagerstätte.

Die Vorkommen des Brookits, in denen derselbe gleichzeitig mit dem Anatas gebildet erscheint, sind bereits bei diesem näher beschrieben worden. Es sind dies:
Der Granit von Steinbach bei Fürth im Odenwald (1),
der Granit von der Windeck bei Weinheim a. d. Bergstrasse (2),
der Granit vom Burgfels bei Wittichen (12),
der Granit der Gegend von Rippoldsau (9, 10 und 11),
der Granit von den Fuchsbergen bei Striegau (78),
der feinkörnige Gneiss gegenüber der Kirche von Rippoldsau (16),
der Quarzporphyr von Sailauf (71),
die Quarzitschiefer des Spessarts und
der Tigersandstein vom Holdersbachthale bei Schapbach.

Ohne Anatas fand ich neugebildeten Brookit nur in folgenden Gesteinen:

92. Kohlensandstein von Skalitz in Mähren, brauner, feinkörniger Sandstein: Brookit s., ein 0,154 mm breiter, gelber Krystall mit den Flächen $\infty P\infty$, 0P, ∞P und $\breve{P}2$ (Fig. 27). Ausser diesem fand ich noch ein Paar kleine hellgelbe Tafeln, sowie eine kleine Krystallgruppe; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat h.; Apatit h.; Turmalin s.; Kaliglimmer h.

---

1) Die betreffende Probe wurde von Hrn. Prof. *Stelzner* an Hrn. Prof. *Sandberger* gesendet, welcher sie mir zum Schlämmen übergab.

93. Zechsteindolomit von Görisseiffen in Schlesien, gelber, krystallinischer Dolomit: Brookit s., gelbe, bereits oben näher beschriebene und in Figur 25 abgebildete Tafel; Anatas ss, abgerollt; Zirkon h.; Rutil h.; Turmalin n. s.; Zinnstein (?) ss.; Kaliglimmer h.; Bergkrystalle hh.
94. Dolomit aus der Trias von Fully im Kanton Wallis; grauer Dolomit, welcher beim Auflösen in Salzsäure Kieselknollen mit feinem Quarzsand hinterlässt. Dieser ergab beim Schlämmen: Brookit n. s., schöne, meist sehr regelmässig ausgebildete, ziemlich dicke Tafeln mit vorherrschendem $\infty\breve{P}\infty$ und untergeordnetem ∞P, $\breve{P}2$, $2\breve{P}\infty$ und $0P$, wie dies Fig. 26 an einem Krystalle von da zeigt; die Färbung ist an einzelnen Krystallen oft verschieden vertheilt; Zirkon n. s.; Rutil ss.; Turmalin n. s.; Eisenkies h.; Bergkrystalle hh.
95. Infraliassandstein von Burgpreppach in Unterfranken, feinkörniger, weisser Sandstein: Brookit hh., kleine, hellgelbe, rechteckige Tafeln, welche meist in der Richtung der Makrodiagonale stark in die Breite entwickelt sind; sie zeigen $\infty P\infty$, ∞P, $0P$, $\infty P\infty$, $\frac{1}{2}P\infty$, sehr untergeordnet $\breve{P}2$ und $2\breve{P}\infty$, sind klar, durchsichtig und ganz fein gestreift. Fig. 28 zeigt die gewöhnliche Form derselben. Anatas ss., eine abgerollte Pyramide; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin hh.; Kaliglimmer h.
96. Doleritschutt vom Hopfenberg bei Schwarzenfels: Brookit ss., nur eine blassgelbe, starkgestreifte, 0,09 mm grosse Tafel; Zirkon n. s.; Rutil n. s.

B. Vorkommen von Anatas und Brookit auf secundärer Lagerstätte.

Silurische Gesteine.

1. Untersilurischer Sandstein von Lodi in Wisconsin, feinkörniger, gelber Sandstein mit Trilobiten: Anatas s., abgerollte Tafeln $0P.P$; Zirkon n. s.; Rutil s.; Turmalin s.; Granat h., mit Krystallflächen, gegenüber dem Zirkon und Rutil gross.

(In mehreren untersuchten Spiriferensandsteinen aus Nassau und vom Harz fand ich bis jetzt weder Anatas noch Brookit.)

Gesteine der Kohlenformation.

2. Grauwacke von Herborn in Nassau: Anatas ss., abgerollte Tafel; Zirkon hh.; Apatit h.; Rutil fehlt.
3. Kohlensandstein (Keokuk) von Crawfordsville in Indiana, feinkörniger Sandstein mit viel Eisenkies: Anatas ss., abgerollte Tafel; Zirkon h.; Turmalin n. s.; alles sehr klein.
4. Kohlensandstein von Asbignon im Kanton Wallis: Anatas ss., eine dicke Tafel; Zirkon h.; Turmalin h.; Rutil ss.
5. Bergkalk von Clifton in England, rother Kalkstein mit Petrefacten: Anatas ss., abgerollte, farblose Tafeln; Zirkon hh.; Rutil hh; Turmalin hh.; Bergkrystalle hh.; alles sehr klein, nicht über 0,05 mm gross.

Dyas-Gesteine.

6. Unteres Rothliegendes von der Naumburg bei Vilbel: Anatas ss., dünne gelbe Tafel; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin n. s.; Staurolith fehlt.
7. Unteres Rothliegendes von Märzdorf in Schlesien: Anatas s., blassgelbe Tafeln 0P.P; Zirkon hh,; Rutil h.; Turmalin s.; Apatit n. s.
8. Unteres Rothliegendes von Waldböckelheim bei Kreuznach: Anatas ss., Tafeln und Pyramiden; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat n. h.; Turmalin h.; Apatit h.; Kaliglimmer h.
9. Rothliegendes von Hofstetten im Spessart. rothes, lockeres Conglomerat: Anatas h., farblose und gelbliche, klare und trübe Tafeln 0P.P vorwiegend, selten gut ausgebildet; Krystalle des Typus $\frac{1}{m}P\infty.P$ sind selten; bis 0,15 mm gross. Zirkon h.; Rutil h.; Turmalin h.; Magnetit hh.
10. Rothliegendes von Burgbach bei Rippoldsau im Schwarzwald: Anatas s., dicke, blaugraue, trübe Tafeln; Brookit ss., abgerollte, bis 0,15 mm grosse Tafel; Zirkon hh.; Rutil s.; Granat n. s.; Magnetit hh.; Kaliglimmer h.
11. Dolomit aus dem Rothliegenden von Wittichen: Anatas s., wenig abgerollte, meist trübe, blaue Tafeln, Neubildung zweifelhaft; Zirkon hh.; Rutil n. h.; Turmalin h.; Staurolith s.
12. Rothliegendes von Siebeneichen bei Löwenberg in Schlesien, rother, thoniger, feinkörniger Sandstein: Anatas ss., gelbe, bis hellblaue dicke Tafeln, Neubildung zweifelhaft; Zirkon

hh.; Rutil h.; Turmalin n. h.; Granat s.; Magnetit h.; Kaliglimmer h.

13. Dolomit aus dem Rothliegenden von Görisseiffen: Anatas s., farblose, klare und trübe Tafeln oP.P; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Granat h.; Kaliglimmer s.
14. Weissliegendes vom Büchets bei Wenighösbach und von Kahl, beide im Spessart: Anatas s. bis n. s., gelbe und blaue, trübe Tafeln, jedenfalls mit dem Gneissgrus, aus dem das Gestein besteht, eingeschwemmt; Zirkon hh.; Rutil s. bis h.; Turmalin h.; Granat s.; Apatit h.; Kaliglimmer h.
15. Zechsteindolomit vom Büchets bei Wenighösbach: Anatas s., gelbe Pyramiden und Tafeln, abgerollt aussehend; Brookit ss.; Zirkon h., klein; Rutil s.; Turmalin h.; Bergkrystalle h.
16. Zechsteinkalk von Grenzenberg bei Görisseiffen: Anatas ss.
17. Zechsteindolomit von Nieder-Görisseiffen: Brookit ss., abgerollte, 0,12 mm grosse, gelbe Tafel; Anatas ss., dünne Tafeln.
18. Zechsteinkalk von Gröditz: Anatas ss.. trübe, abgerollte Tafeln; Brookit ss.
19. Zechsteinmergel von Kunzendorf u. W.: Anatas s., abgerollte, trübe Tafeln. Diese vier schlesischen Zechsteine enthalten ausserdem Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat h.; Magnetit h.; Kaliglimmer h.; Staurolith ss.

Triasgesteine.

20. Leberschiefer von Schweinheim bei Aschaffenburg, rother Thon: Anatas ss., hellgelbe Tafeln; Zirkon n. s.; Rutil ss.
21. Psilomelan vom Morsberg bei Kirchbeerfurt im Odenwald, Lager im Leberschiefer: Brookit s.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.
22. Dolomitischer Mergel mit Jaspisknollen über dem Zechstein von Schweinheim bei Aschaffenburg: Anatas ss.; scharfe gelbe Pyramide, Neubildung zweifelhaft; Brookit ss. bis 0,1 mm grosse, gelbe, nicht viel abgerollte Tafeln; Zirkon hh., klein; Rutil h.; Granat h.; Turmalin s.; Kaliglimmer h. Magnetit h.
23. Mittlerer Buntsandstein von Hallstadt in Oberösterreich: Anatas n. s., trübe Tafeln, Neubildung zweifelhaft; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin hh.; Magnetit hh.

24. Mittlerer Buntsandstein von Heidelberg: Anatas ss., gelbe abgerollte Tafel; Zirkon h.; Rutil s.; Turmalin n. s.; Magnetit h.
25. Violeter Buntsandstein (Carneolbank) von Gambach bei Karlstadt: Anatas ss., abgerollte Tafeln; Brookit ss.; Zirkon hh.; Rutil n. h.; Turmalin n. s.; Apatit n. s.; Kaliglimmer h.
26. Bank der Myophoria vulgaris aus dem Röth von Erlabrunn bei Würzburg, grünlichgrauer, dolomitischer Sandstein: Anatas s., abgerollte Tafeln 0P.P mit $\frac{1}{m}P\infty$ und Pyramiden; Brookit ss., abgerollte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat s.; Apatit h.; Magnetit n. h.; Kaliglimmer h.
27. Röth von Erlabrunn, rother Schieferthon: Anatas ss., abgerollt; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Apatit ss.; Kaliglimmer h.
28. Röthdolomit von Sulzbad im Elsass: Anatas s., farblose und gelbe, klare und trübe Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Magnetit hh.
29. New red sandstone von Bristol in England: Brookit s., schöne, aber deutlich abgerollte gelbe Tafeln mit vorherrschendem $\infty P\infty$, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, ∞P und untergeordnetem $\breve{P}2$.
30. Gelber Wellendolomit von Thüngersheim: Anatas ss., gelbe, wenig abgerollte Tafel: Brookit ss., hellgelbe Tafel mit $\infty P\infty$, ∞P, 0P und P2.
31. Conglomeratbank des Wellenkalks von Erlabrunn: Anatas ss., scharfe, trübe Tafeln.
32. Spiriferinenbank des Wellenkalks von Erlabrunn: Anatas ss., eine dicke, scharfe Tafel. Der Wellenkalk und seine verschiedenen Bänke enthalten ausserdem bei Würzburg Zirkon h.; Rutil s.; Turmalin s.; Granat s.

    Ferner fand ich im gewöhnlichen Wellenkalk sowohl, als in der Conglomeratbank, Dentalienbank, Spiriferinenbank und in der Bank mit Leda Schlotheimensis 3 bis 4 Arten von Foraminiferen, welche in Eisenkies und Brauneisenstein verwandelt waren und deshalb beim Auflösen des Gesteins in verdünnter kalter Salzsäure zurück blieben.
33. Wellendolomit von Ittersbach bei Pforzheim in Baden: Anatas s., trübe und klare, hellblaue, oft noch sehr scharf

ausgebildete Tafeln, hie und da mit P∞; Neubildung zweifelhaft; Brookit ss.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.

34. Mergel mit Myophoria orbicularis von Würzburg, geschlämmter Schutt: Anatas ss., blassgelbe, trübe, 0.04mm grosse Tafel.
35. Zellendolomit der Anhydrit-Gruppe von Würzburg: Anatas ss., bis 0,07 mm grosse, trübe Tafeln; Bergkrystalle hh.
36. Untere Encrinitenbank von Veitshöchheim: Anatas s., dünne und dickere, kleine, trübe Tafeln; ist vielleicht zum Theil neugebildet; Bergkrystalle hh.
37. Schieferthone der Region der Myophoria vulgaris von Würzburg, geschlämmter Schutt: Anatas s., Tafeln 0P.P und $\frac{1}{n}$P∞ . P.
38. Schieferthone der Region des Ceratites nodosus von Würzburg: Anatas s., gelbe und hellblaue, dünne oder dicke Tafeln, abgerollt.
39. Kalkstein mit Myophoria pes anseris von Gerbrunn bei Würzburg: Anatas ss., hellblaue Tafel, stark abgerollt.

Die Gesteine 34 bis 39, sowie viele andere aus dem Muschelkalk von Würzburg enthielten je nach der Menge eingeschwemmter Theilchen: Zirkon h. bis hh., meist klein und rundlich; Rutil s. bis h.; Granat s. bis h.; Turmalin s.; Staurolith ss. bis s.; Kaliglimmer s. bis h.; Magnetit oft h.

In den Gesteinen der Lettenkohlengruppe von Würzburg fand ich Anatas und Brookit öfters auf secundärer Lagerstätte, nämlich im

40. Glaukonitkalk: Anatas s., in Tafeln 0P.P, $\frac{1}{n}$P∞ . P und reinen Pyramiden, oft sehr schön scharf erhalten, so dass er zum Theil wenigstens neugebildet sein könnte; Brookit ss., abgerollt; Zirkon hh; Rutil h.; Turmalin h.; Granat h.; Picotit ss.; Magnetit hh.; Bergkrystalle h.
41. Oberer Lettenkohlensandstein: Anatas n. s, in gelbbraunen, meist etwas abgerundet aussehenden, abgestumpften Pyramiden, vielleicht neugebildet.
42. Pflanzenthone über dem Lettenkohlensandstein: Anatas s., trübe, bis 0,1 mm grosse Tafeln; Brookit ss.; wie in Nr. 41, so auch hier Zirkon hh; Rutil h.; Turmalin h.; Granat n. s.; Staurolith s.; Picotit ss.; Magnetit h.; Kaliglimmer h.
43. Aus dem Gebiete des unteren und mittleren Keupers Frankens habe ich sehr viele Gesteine untersucht und in

vielen Anatas und Brookit auf secundärer Lagerstätte gefunden. In den unteren Gypsen sind eingeschwemmte Mineralien, Zirkon u. s. w. selten, dagegen neugebildeter Bergkrystall hh.; in den Mergeln ist Zirkon meist h. bis hh., Rutil h., Turmalin s., Granat s., Magnetit h.; Anatas und Brookit fand ich darin am Schwanberg bei Kitzingen, bei Ipsheim in Mittelfranken und bei Hassfurt, überall selten. In den Steinmergeln und besonders in den feinsandigen Estherienbänken sind die genannten Mineralien meist reichlich vorhanden, auch Anatas und Brookit kommen vor. Dasselbe ist im Schilfsandstein der Fall. Besonders schön fand ich den Brookit in einer 0,18 mm grossen, scharf ausgebildeten, klaren, gelben Tafel mit $\infty\breve{P}\infty$, ∞P, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ (stark entwickelt), $2\breve{P}\infty$ und $\breve{P}2$ in einem weissen Sandstein über dem Schilfsandstein von Neuses bei Ansbach, in welchem auch Anatas in Tafeln und Pyramiden selten, dagegen Granat sehr reichlich vorkommt. In den Lehrberger Schichten fand ich ebenfalls an einigen Orten Anataspyramiden und Brookit, begleitet von Zirkon hh., Rutil h., Turmalin h., Granat hh. In den oberen Keupersandsteinen kommt der Anatas meist neugebildet vor, findet sich aber hie und da auch in abgerollten Exemplaren, so z. B. im Stubensandstein von Culmbach, von Arberg bei Herrieden, von Regensburg, und in der Arkose von Maroldsweisach in Unterfranken; in letzterem kommt auch Brookit als Seltenheit vor.

Infralias- und Jura-Gesteine.

44. In den Infralias-Sandsteinen von Schönsreuth bei Bamberg, Ebern und Lichtenfels fand ich Anatas in abgerollten Tafeln und Pyramiden s., Zirkon hh., Rutil h., Turmalin s., Granat s., Magnetit h., Kaliglimmer h., Apatit meist s.

45. Infraliassandstein von Seinstedt in Braunschweig: Anatas ss., abgerollt; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin h.; Magnetit hh.; Staurolith n. s.; Kaliglimmer h.

46. Cardiniensandstein von Hollstadt: Anatas s., klare, blassgelbe Pyramiden, vielleicht neugebildet; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin n. s.

47. Pullastra-Bänke von Ramlösa in Schweden, sehr feinkörniger, hellbraungrauer, fester Sandstein: Anatas s., theils Tafeln 0P.P, theils $\frac{1}{n}P\infty$.P; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin h.; Apatit s.; Magnetit hh.
48. Kalk mit Gryphaea arcuata von Wasseralfingen in Württemberg: Anatas s., Krystalle 0P.P und $\frac{1}{n}P\infty$.P; Zirkon h.; Rutil h.; Turmalin n. s.

Kreide-Gesteine.

49. Brauner Kalk des Valanginien vom Bois des Etroits bei St. Croix, Schweiz: Anatas n. s., klare und trübe, farblose und gelbe Tafeln, Neubildung zweifelhaft; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat s.; Staurolith s.; Bergkrystalle hh.
50. Mergel mit Orbitolina lenticularis von Bellegarde im Dep. Ain, Frankreich: Anatas s., abgerollte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin h.; Staurolith s.
51. Plänermergel von Strehlen bei Dresden: Anatas s.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Granat s.
52. Plänermergel von Regensburg: Anatas ss., abgerollte Tafeln, an einer auch $P\infty$; Zirkon hh.; Rutil h; Turmalin h; Granat n. s.; Staurolith s.
53. Senonmergel mit Geinitzia formosa von Quedlinburg: Anatas s., klare und trübe, blaue und gelbe Tafeln; Brookit ss., eine schöne 0.04 mm grosse Tafel ähnlich der in Fig. 28 abgebildeten mit $\infty P\infty$, ∞P. $2\breve{P}\infty$ und $\breve{P}2$. Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin hh.; Staurolith s.
54. Weisse Schreibekreide der Champagne. In dem durch Auflösen von 2 Pfund dieses Gesteines in Salzsäure erhaltenen Rückstand fand ich Anatas ss., bis 0.04 mm grosse farblose, dünne Tafeln; Brookit ss., eine 0.04 mm grosse Tafel, abgerollt; Zirkon s., bis 0.09 mm gross; Rutil ss.; Turmalin s.
55. Kreidemergel von Haldem in Westphalen: Anatas s., trübe, aber meist scharf erhaltene Tafeln; Brookit s., eine sehr schöne, gut erhaltene Tafel mit $\infty P\infty$, ∞P. $\breve{P}2$, $2\breve{P}\infty$ und 0P, sehr ähnlich denen aus dem Triasdolomit von Fully im Kanton Wallis (Fig. 26); Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat n. h.

56. Kreidetuff von Mastricht: Anatas ss., dicke, grosse, stark abgerollte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin hh.; Granat h.; Staurolith hh.
57. Gault-Sandstein aus der Moräne von Engen: Brookit ss.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin n. h.; Glaukonit hh.
58. In 8 verschiedenen Sandsteinen aus dem Touronien und Senonien der Umgegend von Löwenberg in Schlesien fand ich ebenfalls Anatas und Brookit als Seltenheit in abgerollten Tafeln. Diese Gesteine enthalten ausserdem Zirkon hh.; Rutil hh.; Granat hh.; Turmalin s. bis n. s.; Staurolith s.; Magnetit h.; Kaliglimmer h.; Zinnstein (?) s.

Tertiär-Gesteine.

59. Nummulitenkalk aus der Moräne von Engen bei Schaffhausen: Anatas ss.; Zirkon h.; Rutil n. h.; Turmalin s.; Bergkrystalle hh.
60. Eocäner Meeressand von Bracheux, Châlons sur Vesle-loser Sand: Anatas n. s., grosse, abgerollte Tafeln; Zirkon, hh.; Rutil n. h.; Staurolith hh.; Turmalin s.
61. Oberer Grobkalk von Vaugirard bei Paris: Anatas s., grosse, abgerollte Tafeln; Brookit s., unter anderen ein schöner, in Fig. 29 abgebildeter, 0,08 mm grosser Krystall mit $\infty\breve{P}\infty$, ∞P, P2 und $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, aber alle etwas abgerollt; Zirkon h.; Rutil h.; Turmalin h.; Staurolith h.; Granat n. s.
62. Kalkiger, tertiärer Sandstein von Figanières im Dep. Var.: Anatas s.; Brookit s.; abgerollte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Staurolith hh., bis 0,5 mm gross; Turmalin s.; Granat h.; Magnetit hh.; Kaliglimmer h.
63. Miocäner Meereskalk von Zimmerholz bei Engen: Anatas ss.; abgerollt; Zirkon hh.; Rutil h.; Staurolith h.; Granat h.; Turmalin n. s.; Kaliglimmer hh.
64. Mitteloligocäner Meeressand von Bergh in Belgien: Anatas s., scharf ausgebildete und abgerollte Tafeln; Brookit s., bis 0,13 mm grosse, oft noch gut erhaltene Tafeln mit $\infty\breve{P}\infty$, ∞P, $0P$ und $\breve{P}2$; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Staurolith s.; Granat hh.; Glaukophan ss.
65. Muschelsandstein von La Molière im Kanton Freiburg: Anatas ss.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat hh., bis 1 mm gross.; Staurolith s.

66. Sandstein der mittleren Kirchberger Schichten von Hüttisheim: Anatas ss.; Brookit ss.; Zirkon hh.; Rutil hh.; Granat hh.; Staurolith hh.; Turmalin s.; Magnetit hh.

67. Septarienthon von Flörsheim bei Mainz: Anatas n. s. in Tafeln und Pyramiden; Brookit ss.; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat hh.; Turmalin h.; Staurolith h.; Picotit s. bis h.; Magnetit h.; Glaukophan ss.

68. Landschneckenkalk von Hochheim bei Mainz: Anatas ss.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Staurolith s.

69. Corbiculakalk von Oberrad bei Frankfurt: Anatas ss.; Brookit ss., eine schöne Tafel mit $\infty P\infty$, ∞P, 0P, $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $2\bar{P}\infty$; Zirkon h.; Rutil n. s.; Granat s.; Turmalin n. s.

70. Hydrobienkalk von Bieber bei Frankfurt: Anatas s., stark abgerollte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil s.; Granat hh.; Turmalin s.; Magnetit h.; Staurolith s.

71. Hydrobienkalk von der Curve bei Wiesbaden: Anatas n. s., in Pyramiden und Tafeln des Typus 0P.P und $\frac{1}{m}P\infty . P$; Brookit ss.; Zirkon h.; Rutil n. s.; Turmalin h.; Staurolith ss.; Magnetit h.

Pleistocäne und alluviale Ablagerungen.

72. Diese habe ich wesentlich nur aus dem Gebiete des Maines untersucht. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Sande des Maines, sowohl die pleistocänen als die alluvialen um so reicher sind an Anatas und Brookit, je näher sie den anatasreichen oberen Keupersandsteinen liegen. So enthält z. B. der pleistocäne Sand des Itzthales zwischen Baunach und Daschendorf den Anatas gar nicht selten in vorwiegend hellblauen, oft noch recht scharf ausgebildeten, meist dünnen Tafeln des Typus 0P.P, sehr selten in Pyramiden. Im Sand von der Vogelsburg bei Volkach ist er schon seltener und meist stärker abgerollt, bei Würzburg wieder seltener, aber auch in den Sanden der Untermainebene noch als Seltenheit in stark abgerollten blauen Tafeln vorhanden. Nur im Mosbacher Sande habe ich keinen Anatas mehr gefunden. Es geht daraus hervor, dass der Anatas bei seiner geringen Härte (5,5—6) gegenüber den begleitenden Mineralien einen sehr langen Trans-

port durch fliessendes Wasser nicht aushält und deshalb auf seinen secundären Lagerstätten immer verhältnissmäsig selten ist. Auch die Beschaffenheit der Gesteine der Seitenthäler des Maines hat oft einen Einfluss auf den Anatasgehalt des Sandes. So enthält z. B. der Sand der Kürnach bei Würzburg neben Tafeln auch die gelben Pyramiden aus dem Lettenkohlensandstein. Ausser Anatas und Brookit enthalten die Sande des Maines noch Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s. bis n. s.; Granat h.; Staurolith s. bis h.; Magnetit hh.; Apatit s. bis n. s.; Kaliglimmer h.

73. In den zwischen den unterpleistocänen Sanden lagernden Thonen der Untermainebene fand ich den Anatas bei Amorbach und Soden.

74. Auch im Löss habe ich Anatas gefunden, und zwar bei Würzburg, Heidingsfeld, Mergentheim, Hörstein und Goldbach im Spessart, im Birkenauer Thal bei Weinheim und bei Plagwitz in Schlesien; im letzteren auch Brookit. Der Löss des Mainthales enthält im Uebrigen dieselben Mineralien, wie die Sande, nur meist kleiner.

75. Sand der Eder bei Wildungen: Anatas ss., stark abgerollt; Zirkon hh.; Rutil h.; Magnetit hh.; Granat s.; Turmalin h.; Apatit h.; Titanit n. s.; Kaliglimmer s.

Schluss.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchungen lassen sich kurz in Folgendem zusammenfassen:

1. Der mikroskopische Zirkon fehlt in den Urgebirgs- und Sedimentär-Gesteinen fast nie, er kommt auch in sehr vielen Eruptivgesteinen vor. Seine weite Verbreitung in den Basalten und Doleriten war bis jetzt nicht bekannt.
2. Der Rutil ist ebenfalls in fast allen Urgebirgs- und Sedimentär-Gesteinen enthalten und findet sich auch im Schutt der Granite, Porphyre, Diabase, Basalte und Dolerite.
3. Der mikroskopische Anatas ist ein sehr verbreitetes Mineral in zersetzten krystallinischen und Sedimentär-Gesteinen

und tritt in diesen hauptsächlich in zwei Typen auf, wovon der eine von der Grundpyramide und basischen Endfläche gebildet wird und tafelförmig oder pyramidal entwickelt ist, während der andere von einer stumpfen Pyramide zweiter Ordnung und der Grundpyramide gebildet wird und linsenförmige Krystalle bietet.

4. Der mikroskopische Brookit findet sich in gleicher Verbreitung wie der Anatas und erscheint in dünnen oder dickeren Tafeln mit vorherrschendem makrodiagonalem Flächenpaar und untergeordnetem ∞P. $\breve{P}2$. $2P\infty$, $0P$. $\frac{1}{2}P\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$.
5. Anatas und Brookit kommen niemals in den frischen krystallinischen Gesteinen vor, sondern entstehen erst bei der Zersetzung derselben.
6. Anatas und Brookit sind in den Sedimentär-Gesteinen theils neu gebildet, theils auf secundärer Lagerstätte enthalten.
7. Der Pseudobrookit kommt im zersetzten Basalt und Phonolith des Kreuzberg-Stockes in der Rhön vor und ist beim Verwittern dieses Gesteins entstanden.
8. Von allen in den Sedimentärgesteinen vorkommenden Mineralien verdient der Staurolith für Schlüsse auf die Abstammung dieser Gesteine aus den verschiedenen Urgebirgsgesteinen besondere Berücksichtigung.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—4. Besonders häufige Formen der Zirkonkrystalle.

Fig. 5. Zirkonkrystall aus dem Granit von den Fuchsbergen bei Striegau, $\infty P.P.{}^3P3$, mit Einschlüssen von Apatit und Gasporen, 0,27mm gross.

Fig. 6. Zirkonkrystall aus einem chinesischen Granit, zeigt verschiedene innere und äussere Ausbildung und Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen, 0,14mm. gross.

Fig. 7. Zirkonkrystall aus dem Granit von Striegau, mit Gasporen und einem 0,045mm grossen Einschluss mit Zwillingsbildung.

Fig. 8. Parallel der Haupttaxe verwachsener Zirkon von Oberbessenbach im Spessart, 0,14mm gross.

Fig. 9. Rutilzwilling mit Einlagerungen aus dem Staurolithgneiss des Spessarts.

Fig. 10. Rutilkrystall mit Zwillingsstreifung nach $P\infty$ und Zwillingsbildung nach $^3P\infty$ aus dem Buntsandstein von Höfel bei Löwenberg in Schlesien; die gleichartig orientirten Theile sind dunkler schraffirt, 0,13mm gross.

Fig. 11. Anataspyramide aus dem Lettenkohlensandstein von Würzburg; 0,09mm gross.

Fig. 12. Anatastafel aus dem Rothliegenden von Rossdorf bei Darmstadt, 0,12mm gross.

Fig. 13. Verzerrte Anatastafel aus dem körnigen Kalk von Gailbach bei Aschaffenburg; 0,08mm gross.

Fig. 14. Anataskrystall mit ^0P, P, $P\infty$, $\frac{1}{m}P$ und $\frac{1}{m}P\infty$ aus dem Staurolithgneiss von Glattbach; 0,12mm gross.

Fig. 15. Anataskrystall mit ^0P, P, $P\infty$, $\frac{1}{m}P$ und mPn aus dem Buntsandstein von Plagwitz bei Löwenberg in Schlesien; 0,07mm gross.

Fig. 16. Anataskrystall, $\frac{1}{m}P\infty.P.\ P\infty.\ \frac{1}{m}P$, aus dem Granit von den Fuchsbergen bei Striegau, 0,16mm gross.

Fig. 17. Anataskrystall von demselben Ort, parallel einer Fläche ∞P gelagert, mit $\frac{1}{m}P\infty$, P und $\frac{1}{m}P$.

Fig. 18. Anataskrystall, durch Verwachsung mehrerer Tafeln der Form $\frac{1}{m}P\infty.{}^0P.P$ gebildet, aus dem vererzten Wurzelrest im Schilfsandstein von Sugenheim, 0,22mm gross.

Fig. 19. Anataskrystalle der Form $^0P.P.\ \frac{1}{m}P\infty$ aus dem Weissliegenden von Grossenhausen bei Gelnhausen; 0,09mm gross.

Fig. 20, 21 und 22. Anataskrystalle der Form $\frac{1}{m}P\infty.{}^0P.P$ aus dem Stubensandstein von Ebern in Unterfranken.

Fig. 23. Brookitkrystall, $\breve{\infty}P\infty.\infty P.\breve{P}2.{}^0P$, aus dem zersetzten Granit zwischen Klösterle und Wasserfall bei Rippoldsau; 0,16mm gross.

Fig. 24. Brookitkrystall aus dem Granit von Striegau, $\breve{\infty}P\infty.\infty P.\breve{P}2.\ 2\breve{P}\infty.\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, 0,22mm gross.

Fig. 25. Brookitkrystall aus dem Zechstein-Dolomit von Görisseiffen in Schlesien, mit regelmässig angeordneten Einlagerungen, 0,10 mm gross.

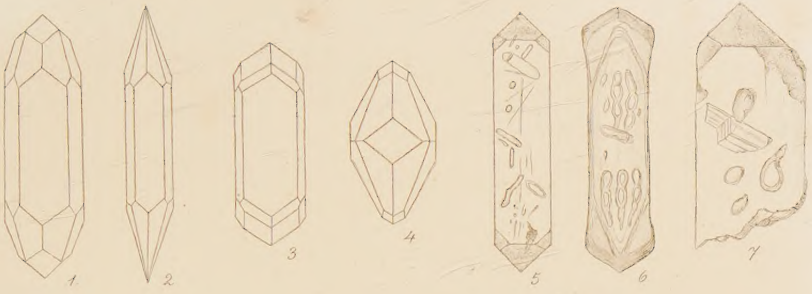
Fig. 26. Brookitkrystall mit $\infty\breve{P}\infty$, ∞P, $\breve{P}2$ und $0P$ und $2\breve{P}\infty$ aus dem Triasdolomit von Fully im Kanton Wallis; 0,055 mm gross.

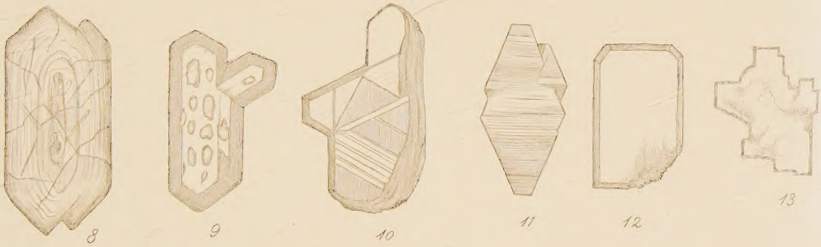
Fig. 27. Brookitkrystall, $\infty P\infty . \infty P . 0P . \breve{P}2$ aus dem Kohlensandstein von Skalitz in Mähren; 0,15 mm breit.

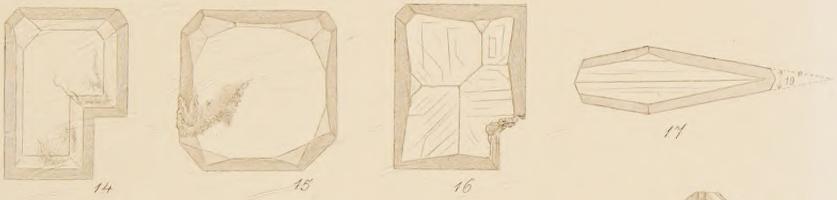
Fig. 28. Brookitkrystall mit $\infty\breve{P}\infty$, ∞P, $0P$ und $\breve{P}2$ aus dem Infraliassandstein von Burgpreppach in Unterfranken; 0,07 mm gross.

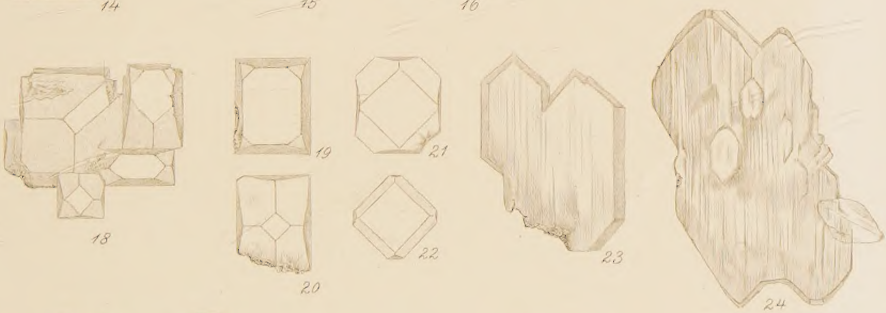
Fig. 29. Brookitkrystall aus dem Grobkalk von Vaugirard bei Paris, dicke Tafel mit $\infty\breve{P}\infty$, ∞P, $\breve{P}2$ und $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$.

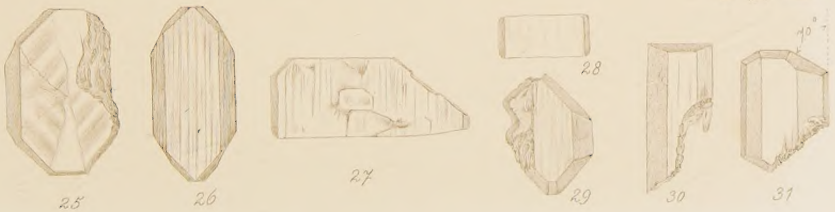
Fig. 30 und 31. Pseudobrookitkrystalle aus dem Basaltschutt vom Kreuzberg in der Rhön.











Del. H. Thürach. Lith. J.A. Hofmann, Würzburg

Verhandlungen d. Würzburger Phys. med. Gesellschaft. Neue Folge, Bd. XVIII. Taf. VII.